

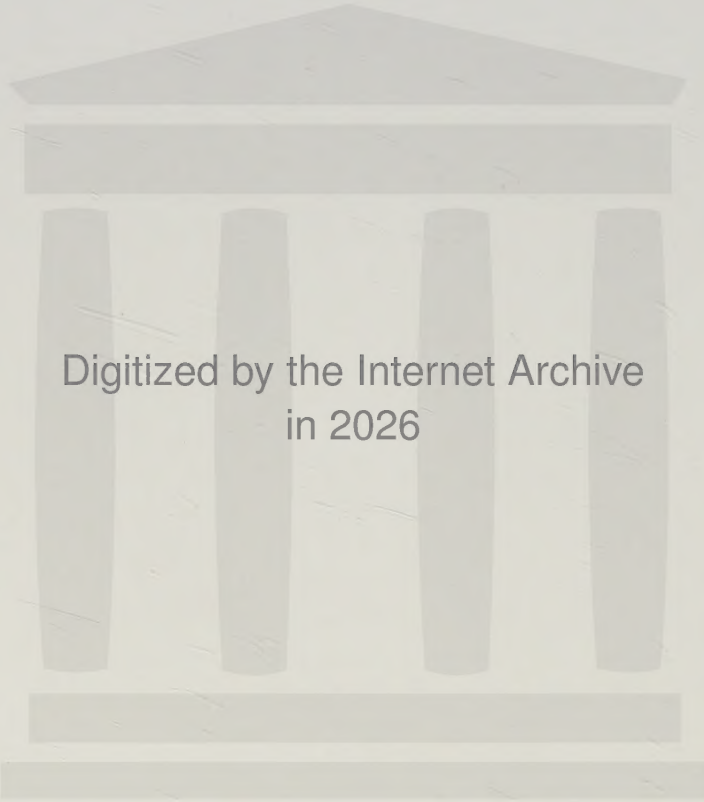
MORPHOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN  
AM VERDAUUNGSTRAKT DES GRASFISCHES  
(CTENOPHARYNGODON IDELLA VAL.)

SELCUK SECER

1976







Digitized by the Internet Archive  
in 2026

[https://archive.org/details/IA41554616\\_0076](https://archive.org/details/IA41554616_0076)

Aus dem Institut für Zoologie und Hydrobiologie  
des Fachbereichs Tiermedizin der Universität München

Vorstände: Prof.Dr. M. Ruf und Prof. Dr. H.H. Reichenbach-Klinke

Arbeit unter Anleitung von Prof. Dr.H.H.Reichenbach-Klinke  
-----

Morphologische Untersuchungen am Verdauungstrakt  
des Grasfisches (Ctenopharyngodon idella Val.)

I n a u g u r a l - D i s s e r t a t i o n  
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde  
am Fachbereich Tiermedizin  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von

Selcuk Secer

aus

Kozlu

München 1976

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Tiermedizin der Universität

München

Dekan: Prof. Dr. B. Vollmerhaus

Referent: Prof. Dr. H.-H. Reichenbach-Klinke

Korreferent: Priv. -Doz. Dr. R. Hebel

Tag der Promotion: 27. Februar 1976



Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit gewidmet



# INHALTSVERZEICHNIS

Seite

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| A) EINLEITUNG                                           | 7  |
| B) LITERATURÜBERSICHT                                   | 8  |
| I. Der Verdauungstrakt der Teleosteer                   | 8  |
| II. Der Verdauungstrakt vom Grasfisch                   | 14 |
| C) MATERIAL UND METHODIK                                | 16 |
| D) BESPRECHUNG DER EIGENEN UNTERSUCHUNGSER-<br>GEBNISSE | 18 |
| I. Makroskopische Anatomie und Topographie              | 18 |
| 1. Kopfdarm                                             | 18 |
| 2. Vorderdarm                                           | 23 |
| 3. Mittel- und Enddarm                                  | 27 |
| 4. Skeletttopie von Vorder-, Mittel-<br>und Enddarm     | 29 |
| 5. Leber und Pankreas                                   | 31 |
| 6. Schlingenbildung und Längenwachs-<br>tum des Darmes  | 34 |
| II. Mikroskopische Anatomie                             | 42 |
| 1. Kopfdarm                                             | 42 |
| 2. Vorderdarm                                           | 54 |
| 3. Mittel- und Enddarm                                  | 62 |
| 4. Leber und Pankreas                                   | 66 |
| E) ZUSAMMENFASSUNG                                      | 68 |
| SUMMARY                                                 | 69 |
| F) LITERATURVERZEICHNIS                                 | 70 |



#### A) EINLEITUNG

Der Grasfisch (*Ctenopharyngodon idella* Val.), eine pflanzenfressende Art der Teleosteer-Familie Cyprinidae aus Ostasien, wurde vor etwa zehn Jahren nach Mitteleuropa eingeführt. Als Verwerter der Primärproduktion eines Gewässers erreichte er rasch biologische und fischereiwirtschaftliche Bedeutung. Aus der Ichthyologie ist bekannt, daß zwischen dem Bau der Verdauungsorgane von Fischen und ihrer Ernährungsweise eine engere Beziehung besteht.

Es war deshalb interessant, den Verdauungskanal dieses rein pflanzenfressenden Fisches zu untersuchen.

## B) LITERATURÜBERSICHT

### I. Der Verdauungstrakt der Teleosteer

Der Darm der Wirbeltiere ist - als stammesgeschichtlich altes und ontogenetisch sehr früh angelegtes Organ - schon lange Gegenstand vergleichend-morphologischer Untersuchungen. Sein Bauprinzip gilt für poikilotherme und homoiotherme Vertebraten gleichermaßen.

Innerhalb der Ichthyofauna treten die Knochenfische (Teleostei) als phylogenetisch junge und außerordentlich formenreiche Superordnung in Erscheinung. Der Verdauungstrakt der Teleosteer erstreckt sich von der Mundöffnung bis zum After des Tieres und kann, seiner Lage entsprechend, in folgende Abschnitte unterteilt werden: Kopfdarm, Vorderdarm, Mitteldarm und Enddarm (GEGENBAUR 1898 und 1901; GRASSE 1958; ROMER 1959).

Der Kopfdarm wird von den sieben Visceralbögen des Splanchnocraniums sowie von basalen Teilen des Neurocraniums umfaßt, welche die Architektur seines Hohlraumes bestimmen. Dieser ist mit einer kutanen Schleimhaut ausgekleidet und reicht von den Lippen bis zum aboralen Rand des letzten Kiemenbogens. Die orale Region des Kopfdarmes nimmt die Mundhöhle, den aboralen Teil die Kiemenhöhle ein, beide gehen fließend ineinander über.

Zum Vorderdarm gehören der Oesophagus und der Magen. Somit erstreckt sich die bei den meisten Fischen relativ kurze Verbindung zwischen Kopf- und Mitteldarm vom aboralen Rand des letzten Kiemenbogens bis zum Magenausgang. Den Cypriniden und einigen anderen Fischfamilien fehlt ein Magen. Deshalb wurde bei

ihnen die sogenannte "magenähnliche Erweiterung" (Pseudogaster) des Darmrohres dem Vorderdarm zugeordnet (FIEBIGER 1918). Als dessen distales Ende definierte man die Einmündungsstelle des Gallenganges in den Darm (GEGENBAUR'sche Marke). Dabei blieb jedoch unberücksichtigt, daß die tatsächliche Grenze zwischen dem ectodermalen und entodermalen Keimblatt bei Fischen ohne Magen schon proximal des Mitteldarm-anfangs liegt.

Der Mitteldarm schließt an den Magen an oder geht aus der magenähnlichen Erweiterung hervor. Er trägt, wie auch der Enddarm, eine echte Schleimhaut. Die Länge und die damit verbundene Schlingenbildung des Mitteldarmes sind bei den verschiedenen Fischarten nahezu konstant und können als art-typische Merkmale gewertet werden (KOSTOMAROV und PULANKOVA 1942). Im allgemeinen ist das Intestinum von carnivoren Fischen kurz und zeigt einen überwiegend gestreckten Verlauf. Der Darmkanal von omnivoren und herbivoren Arten dagegen ist wegen seiner Länge in verschiedenen Schlingen angeordnet (KLUST 1939). Röntgenologische Untersuchungen zur Topographie des Intestinums führten SCHUSTER-WOLDAN (1936) sowie SVOB und REICHENBACH-KLINKE (1974) durch. Bei Cypri-niden wird in der Regel nahezu die gesamte Leibeshöhle vom Leber-Darmkomplex ausgefüllt.

Als Enddarm wird der letzte, annähernd gestreckt zum After ziehende Teil des Verdauungstraktes bezeichnet. Mittel- und Enddarm gehen meist fließend ineinander über. Bei einzelnen

Teleosteerarten wird die Grenze zwischen beiden Abschnitten durch ventilartige Einrichtungen in der Darmwand markiert. So verhindert eine bei manchen Gadiden vorhandene Ringfalte (*Valvula Bauhini*) den Rückstau von Enddarminhalt (HARDER 1964). Die Funktion des Anulospiralseptums am Anfang des Rectums von Forellen ist noch ungeklärt (BURNSTOCK 1959). Distal mündet der Enddarm in den ringförmigen After. Eine Kloake fehlt; sie ist bei verschiedenen Knochenfischarten nur embryonal angelegt.

Die Leber der Fische stellt eine reticula-tubulöse Drüse dar. Während sie als gelapptes Organ mit einer bestimmten Form auftritt, ist das Pankreas diffus verteilt (*Pancreas diffusum* s. *disseminatum*). Es folgt in der Regel der Pfortader, kommt aber auch inselartig verstreut im Leberparenchym vor. Dies ist der Fall bei allen Cypriniden. Eine derartige Verbindung der beiden Organe verschiedener Funktion miteinander wird als Hepatopankreas aufgefaßt.

Die ältesten Aufzeichnungen über die Verdauungsorgane von Knochenfischen stammen von RUDOLPHI (1802), CUVIER (1810), RATHKE (1824) und STANNIUS (1854). Das bei den Fischen meist arttypisch ausgeprägte Relief der Darmschleimhaut wurde von EDINGER (1877), v. EGGELING (1908) und JACOBSHAGEN 1911, 1913, 1915 und 1937) ausführlich beschrieben.

Aus der umfangreichen Literatur über die Morphologie des Verdauungstraktes verschiedener Teleosteerarten sollen die wichtigsten vorwiegend histologischen Untersuchungen von CURRY

(1930) und WUNDER (1971) am Karpfen (*Cyprinus carpio* L.), DAWES (1930) an der Scholle (*Pleuronectes platessa* L.), WINTER (1936) am Flußbarsch (*Perca fluviatilis* L.), Mc VAY und KAAH (1940) am Goldfisch (*Carassius c. auratus* L.), KAPOOR (1953) am Verdauungsapparat eines Siluroiden (*Wallago attu*), HARDER (1960) über den Darm einiger Gadiformes und Macruriformes, BISHOP und ODENSE (1966) am Dorsch (*Gadus morhua* L.) sowie BUCKE (1970) am Hecht (*Esox lucius* L.) genannt werden. AL-HUSSAINI (1945, 1946, 1949) und AL-HUSSAINI und KHOLY (1953) verglichen die Ernährungstrakte einiger fleisch-, alles- und pflanzenfressenden Fischarten, KAMAL PASHA (1964) die von *Tilapia mossambica* (herbivor) und *Mystus gulio* (omnivor) miteinander. Die Autoren folgerten aus den Untersuchungsergebnissen, daß eine Reihe morphologischer Eigentümlichkeiten an den Verdauungsorganen der drei verschiedenen Ernährungstypen in engem Zusammenhang mit dem jeweiligen Nahrungsspektrum und dem Modus der Futteraufnahme stehen. So haben z.B. Fische, welche ihre Nahrung im Bodenschlamm aufsammeln, in der Regel weit vorstreckbare Müuler, deren Lippen besonders reich an Geschmacksknospen sind. In einigen Fällen kommen an den Mundrändern dicht mit Tast- und Geschmacksorganen besetzte Anhänge (Barteln) als Nahrungselektoren hinzu (v. LUKOWICZ 1966). Eine enge Beziehung zwischen Ernährung und Darmlänge konnte für Knochenfische jedoch nicht festgestellt und verallgemeinert werden, wenngleich kurze Därme meist bei carnivoren, lange Därme oft bei omnivoren und herbivoren Teleosteen gefun-

den werden (AL-HUSSAINI 1946). ROGICK (1931) gab eine Beschreibung der rein phytophagen Fischart *Campostoma anomala* (Rafinesque).

MEINEL (1968) definierte den Suspensionsmodus des ersten und zweiten splachnischen Bogens (Ober- und Unterkiefer) am Neurocranium recenter Teleosteer als Ethmohyostylie. ANSON (1929) bezeichnete die Lippen der Knochenfische als "Hautfalten im Mundbereich", welche dem Knochenkranz der Maulöffnung aufliegen. Sie unterscheiden sich von den Lippen der Säuger durch das Fehlen einer eigenen Muskulatur. Als "innere Lippen" fungieren (beim passiven Vorderdarmverschluß) die einzeln oder paarig angelegten Mundsegel. Die Art der Bezahnung variiert stark innerhalb der Teleosteer. Während Arten mit vorwiegend räuberischer Lebensweise kräftige, zahntragende Ober- und Unterkiefer entwickelt haben, fallen bei den Friedfischen zahnlose Mäuler auf; letztere Arten zerkleinern die aufgenommene Nahrung mit Hilfe eines in der aboralen Region gelegenen Kauapparates. Dieser besteht aus einer dorsalen Kauplatte (Widerlager) und ventralen an ihr reibenden Schlundzähnen. Anstatt der Kauplatte sind manchmal auch dorsale Schlundzähne vorhanden. Im übrigen können auch Mundhöhlendach und -boden sowie die seitlichen Regionen mit Zahnreihen besetzt sein. Umfangreiche Untersuchungen über Fischzähne und den Zahnwechsel liegen von SCHMIDT (1940, 1958, 1969) und LÜHMANN (1955) vor. Bei Cypriniden dient das sogenannte Gaumenorgan, bestehend aus

einem dorsalen und ventralen Schleimhautpolster im oralen Pharynxabschnitt als Schluckhilfe und zusätzlicher Nahrungsselektor. Die Ultrastruktur von Geschmacksknospen wurde von SCHULTE und HOLL (1971). REUTTER (1971) sowie WELSCH und STORCH (1969) untersucht. Speicheldrüsen fehlen den Fischen; die Nahrung wird von zahlreichen Becherzellen eingeschleimt.

Im mehrschichtigen Plattenepithel des Oesophagus überwiegen die Schleimzellen (KRAUSE, 1923). Nur bei einigen Elasmobranchiern und beim Barsch treten gelegentlich, vermutlich als Relikt eines Embryonalstadiums, kinozilientragende, hochprismatische Zellen (Flimmerepithel) auf (HARDER, 1964). PERNKOF (1930) unterschied nach der äußeren Form drei Magentypen: den geraden, den heberförmigen (siphonalen) und den Magen mit Magenblindsack. Der gleiche Autor untersuchte die Magendrüsen (Glandulae gastricae) sowie deren Verteilungsmuster.

Vergleichende Untersuchungen zur embryonalen Entwicklung von Teleosteerdärmen wurden vor allem von SMALLWOOD und SMALLWOOD (1931) sowie VERMA (1971) durchgeführt. BAUMGARTEN (1965) berichtete über die Muskulatur und deren Innervation in der Darmwand der Schleie (*Tinca tinca* L.). Elektronenoptische Untersuchungen am Epithel der Mucosa des Mitteldarmes verschiedener Knochenfische liegen von VICKERS (1962) und YAMAMOTO (1966) vor.

Angaben zur Innervation (BURNSTOCK 1959; BAUMGARTEN 1965) so wie über den Verlauf der Gefäße und Lymphgefäße (GLASER 1933)

des Ernährungstraktes der Knochenfische wurden nur in geringem Umfang gemacht.

Die wichtigsten Beiträge zur Anatomie der Teleosteerleber stammen von AMLACHER (1954), FRIEDRICH (1956) und HAIDER (1966). Letzterer betonte das zahlreiche Auftreten KUPFFER'scher Sternzellen in den Lebersinusoiden von Karauschen und Schleien. Die Ultrastruktur des Pankreas verschiedener Fischarten erforschten FALKMER und OLSSON (1962) und TITLBACH (1966).

## II. Der Verdauungstrakt von Grasfischen

Aus dem umfangreichen Schrifttum zur Artbeschreibung und biologischen Bedeutung des Grasfisches werden nur die wichtigsten Autoren genannt: NIKOLSKI (1957), SCHEER (1964), STEVENSON (1965), ANTALFI und TÖLG (1971), BOHL (1971) JÄHNICHEN (1971, 1973) und CURE (1974).

Über das Nahrungsspektrum und die Art der Futteraufnahme dieses Fisches berichteten unter anderem SCHÄPERCLAUS (1963), PENZES und TÖLG (1966) und KRUPPAUER (1967).

Zur Morphologie und Ernährungsphysiologie des Verdauungstraktes beim Grasfisch ist bisher wenig bekannt.

Die Relation der Eingeweidegewichte ist nach Untersuchungen von MANN (1968) über die verschiedenen Größenklassen normal verteilt. Es sind im Durchschnitt die Leber mit 1,5%, der Kauapparat mit etwa 0,8%, der Darm mit 1% und das periviscerale Fettgewebe mit 10% am Gesamtgewicht des Tieres beteiligt.

NEGELE (1970) beschrieb den Kauapparat von *Ctenopharyngodon idella* Val. makroskopisch- sowie mikroskopisch-anatomisch und verglich ihn mit denen nahe verwandter ostasiatischer Cyprinidenarten. KORSHUNOVA (1972) beobachtete während bestimmter Wachstumsphasen ein starkes Abnehmen der Mastzellen in der Submucosa der Ernährungstrakte vom GrASFisch und anderen herbivoren Fischarten.

HICKLING (1966) untersuchte den Kaumechanismus bei *Ctenopharyngodon idella* Val. und berichtete über die unvollständige Verdauung der nur grob zerkleinerten Pflanzenteile. Etwa die Hälfte des aufgenommenen Futters wird als Faeces wieder ausgeschieden. Im Zusammenhang mit der Morphologie des Verdauungstraktes vom GrASFisch sind gleichfalls von HICKING (1966) durchgeführte Untersuchungen zur Topographie einiger Verdauungsenzyme sowie pH-Wertmessungen am Darm dieser Fischart besonders interessant. Im proximalen Teil des Intestinums werden besonders Lipasen und Amylasen wirksam. Der Vorderdarm reagiert basisch (7,4-8,5); im Mitteldarm schwanken die pH-Werte zwischen 7,2 und 7,4. Ein geringgradig saures Milieu (6,8) wurde im Enddarm gemessen.

### C) MATERIAL UND METHODIK

Zur Untersuchung gelangten Grasfischbrut ( $G_0$ ), 54 vorge-streckte Brütlinge ( $G_v$ ) und 19 einjährige Grasfische ( $G_1$ ) sowie 3 ältere Exemplare ( $G_3$  und  $G_5$ ). Die Tiere wurden mit 1,1,1, Trichlor - 2 methyl 2 - Propanol eingeschláfert, et-wa 5 sekundenlang mit Filterpapier getrocknet und dann ge-wogen. Die Wiegegenauigkeit betrug bei kleinen Fischen ( $G_v$ )  $\pm 0,01$  g, bei größeren ( $G_1$ )  $\pm 5$  g.

Metrische Untersuchungen wurden an den Körpern und Därmen der Tiere vorgenommen. Als Meßunterlage diente ein Meß-brett mit Millimetereinteilung. Gemessen wurden:

$L_t$ =longitudo totalis: Gesamtlänge des Fisches von der Schnauzenspitze bis zum Ende der in Richtung der Längs-achse des Körpers zusammengedrückten Schwanzflosse.

$L_c$ =longitudo corporis: Körperlänge des Fisches, von der Schnauzenspitze bis zur Ansatzstelle der Schwanzflossen-strahlen, bzw. bis zum kaudalen Rand der letzten Schuppen am Schwanzstiel.

Darmlänge = die Länge des vom aboralen Rand der Kauplatte bis zum After sich erstreckenden Teils des Verdauungsrohres.

Der Meßfehler lag bei kleinen Exemplaren ( $G_v$ ) bei  $\pm 0,1$  cm, bei großen Fischen ( $G_1$ ) bei  $\pm 0,5$  cm.

Die Abschnitte des exenterierten Intestinums wurden in Rich-tung der Darmpassage (von proximal nach distal) beschrieben. Die Topographie des Verdauungsapparates des Grasfisches kann-

te mit Hilfe der makroskopisch-anatomischen Präparation und der Röntgendiaskopie dargestellt werden. Vor der röntgenologischen Untersuchung des Darmverlaufes wurde narkotisierten Grasfischen ( $G_3$ ,  $G_5$ ) mittels einer Gummisonde suspendiertes Bariumsulfat (Micropaque) peroral und peranal injiziert. Die Darstellung der Objekte erfolgte in latero-lateraler und dorso-ventraler (ventro-dorsaler) Projektion. Geeigneter als die latero-laterale Projektion war der dorso-ventrale Strahlengang, da sich bei ersterer viele Darmschenkel und Flexuren decken.

Die Untersuchung des Schleimhautreliefs verschiedener Darmregionen erfolgte mit Hilfe der anatomischen Präparation und der Raster - Elektronenmikroskopie.

Abschnitte des Verdauungstraktes und Gewebeproben der Darmanhangsdrüsen (Leber, Pankreas) wurden frisch entnommen und fixiert. Als Fixative dienten 6%iges, gepuffertes Formalin, Bouin'sches Gemisch sowie Stieve'sche und Schafferlösung. Die Einbettung erfolgte teils in Praffin teils in Araldit (Serva). Etwa 5  $\mu$  dicke Serienschnitte wurden mit Haemalaun-Eosin, Mucicarmin, Lichtgrün nach GOLDNER, Karmin nach Best, Resorcinfuchsin nach van GIESON und der Färbung nach LADEWIG gefärbt sowie der PAS-Reaktion unterzogen. Die Versilberung von Nervenfasern gelang nach der von SCHAFTHALER-MAYET (1957) beschriebenen Methode.

## D) BESPRECHUNG DER EIGENEN UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

### I. Makroskopische Anatomie und Topographie

#### 1. Der Kopfdarm:

Durch die Ausbildung der Schädelknochen sind Lage und Ausdehnung des Kopfdarmes vorgegeben. Er beginnt mit dem Rand der Mundöffnung, verläuft in der Längsachse des Fisches und endet an der Kopfbasis in einer, die kaudalen Winkel der beiden Opercula verbindenden Transversalebene. Zugleich wird die Grenze zum Vorderdarm durch den aboralen Rand der Kauplatte markiert.

Am Aufbau der knöchernen Grundlage des Kopfdarmes sind vorwiegend die sieben Visceralbögen des Eingeweideschädels beteiligt. Nur das Dach von Mund- und Kiemenhöhle wird von basalen Teilen des Hirnschädels gebildet. Der Bauplan des 1. (Kiefer-) Bogens und des 2. (Zungenbein-) Bogens entspricht der für Cypriniden mit endständiger Mundöffnung gültigen Schematik. Als Suspensionsmodus der beiden ersten splanchnischen Bögen am Neurocranium liegt Ethmohyostylie vor. Wenngleich der Kieferapparat anderer Cypriniden (z.B. Karpfen) durch diese Art der Aufhängung hohe Beweglichkeit erreicht, bleibt die Splanchnokinetik des Grasfisches gering.

Der 1. Visceralbogen weist im Vergleich zu dem des Karpfens einen relativ viel kräftigeren Bau des Os praemaxillare und des Os dentale auf. Die weiteren, plattenartigen knöchernen

Anteile dieses Kieferbogens umfassen den Bereich der Mundhöhle von ventral und lateral. Lediglich von dorsal fügt sich das Sphenoidale als Dachteil hinein.

Der Zungenbogen und die folgenden vier Kiemenbögen umfassen die Kiemenhöhle korbartig. Am Aufbau des Kiemenhöhlendachs sind mit dem Processus pharyngealis des Basioccipitale und dem Basisphenoid Knochen des Neurocraniums beteiligt. Der 5. Kiemenbogen, modifiziert in Form der Schlundknochen, schließt den Kopfdarm aboral ab.

Das Hohlraumssystem des Kopfdarmes nimmt die untere Hälfte des dorsoventral komprimierten Kopfes ein und besteht aus Mund- und Kiemenhöhle, welche von außen durch das Maul und die Kiemenspalten zugänglich sind. Wenngleich Mund- und Kiemenraum ohne feste Grenze ineinander übergehen, ist durch die Anordnung der vier Bögen des Kiemenkorbes dennoch die Unterteilung des Kopfdarmes in einen praebranchialen Abschnitt (Mundhöhle) und einen branchialen Teil (Kiemenhöhle) möglich (HARDER, 1964).

Der fließende Übergang von der Mund- in die Kiemenhöhle erfolgt auf der Linie des ersten Kiemenbogens. Im dorsalen Drittel der von ihm umschriebenen, schräg nach oroventral gerichteten Ebene wird die maximale Breite erreicht, welche das Doppelte des Querdurchmessers an der Mundöffnung (Abb.1) beträgt. Das Längenverhältnis von Mund- und Kiemenhöhle wird durch die Querebene des 1. Kiemenbogens dorsal (Kopfdarmdach) wie 1:1 und ventral (Kopfdarmboden) wie 1:2 geteilt.

Ähnliche Raumverhältnisse liegen bei *Campostoma anomala* vor (ROGICK 1931). Insgesamt ist der Kopfdarm doppelt so lang wie breit. Er gewinnt seine maximale Höhe in einer durch die oralen Ränder der beiden Augen verlaufenden Transversalebene. Von der ovalen Maulöffnung bis hin zu dieser Ebene, welche die Mundhöhle in ihrer Länge halbiert, bilden die Raumquerschnitte nahezu Ellipsenhälften, deren variable Formen vom flachen Verlauf des Mundhöhlenbodens und der dorsalkonvexen Krümmung des darüber gespannten Daches bestimmt werden. In der aboralen Mundhöhlenhälfte engt die am Boden liegende rudimentäre Zunge das Lumen des Kopfdarmes halbmondförmig von ventral her ein. Sie tritt als flache Erhabenheit mit dreieckiger Grundfläche in Erscheinung, deren Basis am Übergang zur Kiemenhöhle liegt. Die unbewegliche, leicht prominente Zungenspitze markiert in der ventralen Medianlinie die Mitte der Mundhöhle. Auf seinem weiteren Verlauf verjüngt sich der Kopfdarm spaltförmig, bis im Bereich des sog. Gaumenorgans das Dach und der Boden der Kiemenhöhle einander berühren.

In der aboralen Region des Kiemenhöhlendaches befindet sich - eingebettet in dem stark ausgebildetem Gaumenpolster - unmittelbar vor der Speiseröhre die Kauplatte (Abb. 1,d). Ihr gegenüber liegen die beiden unteren Schlundknochen mit ihren Zähnen, welche das proximale Ende des Oesophagus von lateral und ventral umfassen. Bei den gleichfalls pflanzenfressenden Fischarten *Tilapia nilotica* (AL-HUSSAINI und

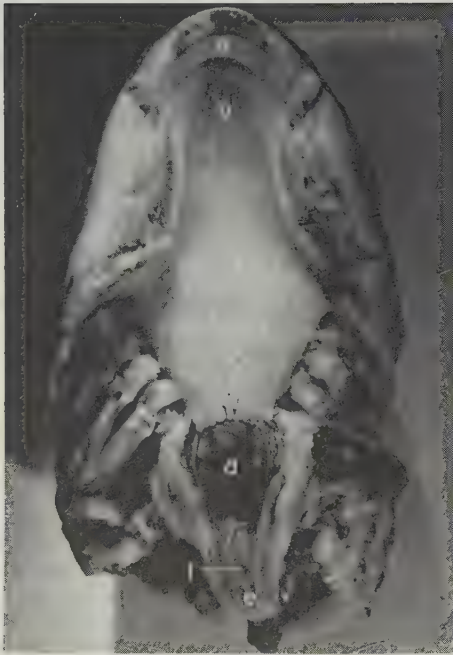


Abb. 1. Aufsicht auf die dorsale Region des Kopfdarmes und Oesophagus eines einjährigen Grasfisches. Verg. etwa 2fach.

a Maxillarsegel, b Mundhöhlendach, c Kiemenhöhlendach, d Kau-  
platte, e Oesophagus, f Mündung des Ductus pneumaticus.

KHOLY 1953) und *Tilapia mossambica* (KAMAL PASHA 1964) wird die Kauplatte dagegen durch dorsale Schlundzähne ersetzt. Auch verschiedene omnivore Teleosteer haben dorsale und ventrale zahntragende Schlundknochen. Eine Darstellung der Morphologie des Kauapparates beim Grassfisch kann hier unterbleiben, da in allen Punkten die von NEGELE (1970) gemachten Angaben bestätigt werden.

Die scharfrandigen Lippen der Mundspalte werden von einer verhornten Schleimhaut gebildet. Dicht dahinter liegt am Mundhöhlendach das sichelförmige sog. Maxillarsegel, welches eine Schleimhautduplikatur mit bindegewebiger Unterlage darstellt (Abb. 1,a). Die oro-ventral gerichtete Fläche des Maxillarsegels trägt zahlreiche warzenartige Papillen. Ihre dorso-aborale Fläche hingegen ist glatt. Der folgende große Bereich des Mundhöhlendaches ist in zahlreichen, aboral divergierenden Längsfalten angeordnet (Abb. 1,b); dazwischen sind kleine Papillen eingestreut. Die Schleimhaut des Kiemenhöhlendaches trägt oral niedrige nach aboral immer länger werdende, kegelförmige Papillen (Abb. 1,c). Dieser Bereich, obwohl außerhalb der Mundhöhle gelegen, wird im Schrifttum als "Gaumenpolster" bezeichnet (HARDER, 1964), welches sich lateral der Kauplatte bis zum Übergang in den Oesophagus fortsetzt.

Der Mundhöhlenboden trägt kein Mandibularsegel. Sein Relief folgt als oral konvexe Transversalfalten der Form des Unterkiefers. Diese Falten setzen sich, weniger erhaben, auf der Zungenoberseite fort. Aboral der Zungenbasislinie liegt die

kaudal konvergierende Kopula. Sie bildet eine "fleischige", papillenträgende Verbindung der Kiemenbögen und stellt funktionell das Gegenstück zum Gaumenpolster dar. Der Kiemenverschluß wird durch die 18 - 20 Reusendornen vom biserial-dimorphen Typ auf den vier Kiemenbögen gewährleistet. Aboral davon ragen zwischen den hohen Schleimhautfalten nur die dunkelgefärbten, sichelförmigen Kronen der neun Schlundzähne der medialen Reihen heraus.

## 2. Der Vorderdarm:

Bei Fischen mit einem Magen bildet dieser zusammen mit der Speiseröhre den Vorderdarm, welcher sich vom aboralen Rand des letzten Kiemenbogens bis zum Magenpförtner hin erstreckt. Da dem Gräsfisch, wie allen Cypriniden, ein eigentlicher Magen fehlt, werden der Oesophagus und die darauffolgende "magenähnliche Erweiterung" des Darmrohres nach HARDER (1964) als "metabranchialer Vorderdarm" im engeren Sinne bezeichnet.

Der Oesophagus erstreckt sich beim einjährigen Gräsfisch als eine ca einen Zentimeter lange Verbindung zwischen Pharynx und magenähnlicher Erweiterung (Abb. 1,e). Sein Lumen verringert sich nach distal hin auf etwa 1 Zehntel, was einerseits aus der fadendünnen Darstellung des Kontrastmittels im Röntgenbild (Abb. 4) und andererseits durch die distalen konvergierenden Längsfalten der kutanen Schleimhaut (Abbs. 1,e) zu erkennen ist. Die Grenze zwischen Oesophagus und magenähnlicher Erweiterung wird beim Gräsfisch durch eine ringförmige Einschnürung deutlich gezogen. Beim Karpfen und den meisten anderen

Cypriniden erfolgt dagegen der Übergang zwischen beiden Vorderdarmabschnitten fließend (FIEBIGER 1918; HARDER 1964). Etwa in der Mitte des arttypisch angeordneten Schleimhautreliefs mündet der von der 2. Kammer der Schwimmblase kommende Ductus pneumaticus mit einer trichterförmigen Erweiterung in den dorsalen Bereich der Oesophaguswand (Abb. 1,f). Diese Mündung liegt exakt in der Höhe des Septum transversum. Dieses teilt den Oesophagus in eine proximale, extra-peritoneale und eine distale, intraperitoneale Hälfte. Die magenähnliche Erweiterung (Abb. 4 und 5) welche, etwa die  $1\frac{1}{2}$  fache Länge des Oesophagus erreicht, unterscheidet sich von diesem vor allem durch ihre bulbosartige Weitenzunahme. Ihr Lumen übertrifft sogar das des proximalen Oesophaguseingangs um das Doppelte. Zudem ändert sich hier das Schleimhautrelief von gezackt verlaufenden Querfalten der proximalen Hälfte in die gestreckt ziehenden Querfalten distal davon, welche auch für den weiteren Darmkanal typisch sind (Abb. 2).

Das distale Ende der magenähnlichen Erweiterung wird durch die Einmündung des Gallenganges von rechts dorsal markiert. Dies steht im Gegensatz zu Beobachtungen von HICKLING (1965), welcher beim Grasfisch den Eintritt des Gallenganges in das Verdauungsrohr als von ventral kommend beschrieb. Die Art der Mündung entspricht etwa der der Säuger mit kurzem submukösem Verlauf des Ductus choledochus und einer Papillenbildung. In Höhe der Papille des Gallenganges ist der Übergang des Vorderdarmes in den Mitteldarm an der Lumenverringering zu erkennen.

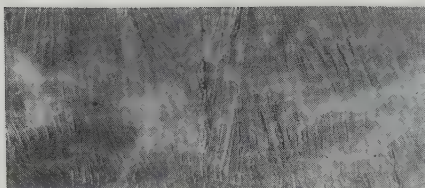


Abb. 2. Schleimhautrelief im distalen Teil der magenähnlichen Erweiterung eines einjährigen Grasfisches. Verg. etwa, 4fach.



Abb. 3. Situs des Leber- Darmkomplexes eines einjährigen Grasfisches. Originalgröße.

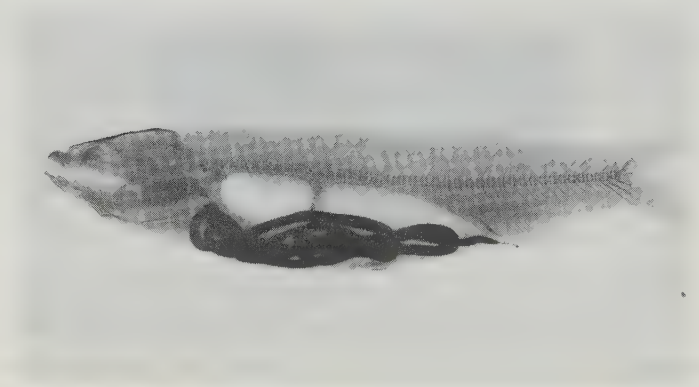


Abb. 4. Verdauungstrakt eines dreijährigen Grasfisches. Latero-laterale Projektion, Röntgenogramm positiv.

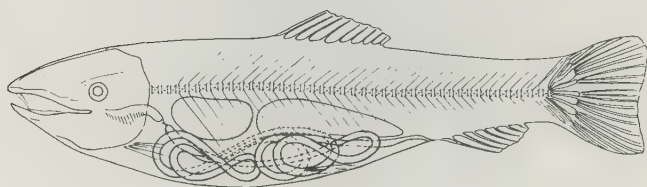


Abb. 5. Verdauungstrakt eines dreijährigen Grasfisches. Latero-laterale Projektion, Zeichnung.

### 3. Der Mittel- und Enddarm:

Beim juvenilen Tier wird die Bauchhöhle ventral der Schwimmblase nahezu vollständig von Darmschlingen, Leber und Milz (Abb. 3) ausgefüllt. Umfangreiche Verwachsungen des mesenterialen Bindegewebes mit Teilen der Leber lassen bei ventraler Ansicht den Doppel - S - förmigen Darmkomplex erkennen. Das die Darmwindungen verbindende Gekröse und dessen Gefäße werden durch periviscerales Fettgewebe verdeckt.

Mittel- und Enddarm sind weder makroskopisch noch mikroskopisch-anatomisch beim Grasfisch exakt voneinander abzugrenzen. Ihm fehlt eine ileo-rectale Falte, welche bei manchen Gadiden und Cichliden Mittel- und Enddarm trennt, etwa wie bei der vorwiegend phytophagen Art *Tilapia nilotica* (AL - HUSSAINI und KHOLY 1953). Somit kann lediglich der distale, annähernd geradlinig bis zum After verlaufende und sich allmählich verjüngende letzte Teil des Darmrohres als Enddarm angesprochen werden. Er mündet nach außen in einer kreisrunden, leicht erhabenen Afterpapille, welche in der ventralen Medianlinie des Fisches unmittelbar kranial des ersten Strahles der Afterflosse liegt.

Die beiden Darmteile werden von Ichthyologen seit JACOBSSHAGEN (1913) zumeist als "Rumpfdarm" bezeichnet. Sie bilden zusammen den Darm "im eigentlichen Sinne". Makroskopisch-anatomisch sind an diesen beiden Abschnitten des Darmkanals, ihrer Verlaufsform entsprechend, drei Gerade (Abb. 7, a-c) und acht Flexuren (Abb. 7, I - VIII) zu unterscheiden. Als Flexur wird



Abb. 6

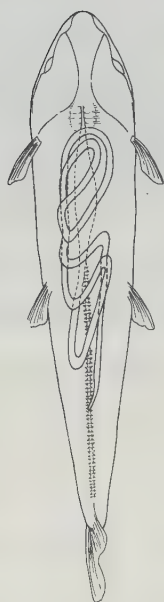


Abb. 7

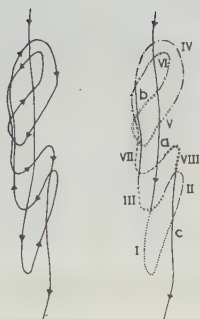


Abb. 6. Verdauungstrakt eines dreijährigen Grasfisches. Ventro-dorsale Projektion, Röntgenogramm positiv.

Abb. 7. Verdauungstrakt eines dreijährigen Grasfisches. Ventro-dorsale Projektion, Zeichnung. Ziffern s. Text

hier eine Krümmung mit zwei etwa gleichlangen Schenkeln bezeichnet.

Proximal beginnt der Mitteldarm mit der 1. Geraden (Abb. 7,a), die von der magenähnlichen Erweiterung nach kaudal zieht und dort die Flexura I (Abb. 7, I) erreicht. Nach dieser 1. Flexur wird ohne gerades Zwischenstück die Flexura II (Abb. 7, II) gebildet, die ihrerseits in die rechts von ihr auf gleicher Höhe liegende 3. Flexur (Abb. 7, III) übergeht. Die 2. Gerade (Abb. 7, b) führt in der rechten Hälfte der Bauchhöhle nach kranial und erreicht kurz kaudal des Septum transversum die weit-bogenförmige 4. Flexur (Abb. 7, IV). Noch in der vorderen Hälfte der Peritonealhöhle erlangt der Darmkanal durch die kaudal-konvexe 5. Flexur (Abb. 7 IV) wieder kraniale Richtung. Der Konkavität der Flexur IV schmiegt sich eng die 6. Flexur (Abb. 7, IV) an und erreicht kaudal davon und ventral der 2. Geraden die Flexura VII. Diese führt im Innenbogen der 3. Flexur über nur kurze Schenkel in die links davon gelegene Flexura VIII über. Sie liegt der Konvexität der Flexura II kranial an. Die 3. Gerade (Abb. 7, c) wird wie oben erwähnt, als Enddarm bezeichnet. Er verbindet, geradlinig zum median gelegenen After ziehend, den distalen Schenkel der 8. Flexur mit der Afterpapille.

#### 4. Skeletotopie von Vorder-, Mittel- und Enddarm

Die Topographie des Verdauungskanals des Grasfisches wird mit Hilfe der makroskopisch- anatomischen Präparation (Abb. 3)

und der Röntgendiaskopie (Abb. 4,5,6 und 7) dargestellt. Die Zuordnung einzelner Darmabschnitte durch senkrechte Projektion auf die Wirbelkörper (Skeletotopie) ermöglicht zum einen deren exakte Einordnung in den Fischkörper, zum anderen den Vergleich unterschiedlicher Fischkörper (sowohl gleicher als auch verschiedener Arten) miteinander. Von den 42 - 43 Wirbeln des Grasfisches sind zur Zuordnung der Darmabschnitte vom Oesophagus bis zum Enddarm lediglich die Wirbelkörper 2 - 31 als Projektionsebene heranzuziehen.

Der Oesophagus beginnt dicht unter dem Körper des 2. Wirbels und fällt steil nach kaudovertral bis zur Höhe des 4. Wirbels ab. Die magenähnliche Erweiterung reicht von der Ebene des 4. Wirbels leicht nach ventral durchgebogen bis zur Höhe des 7. Wirbels. In diese Ebene fällt auch die Mündung des Gallengangs. Die relativ weitlumige 1. Gerade erstreckt sich von der 7. bis zur 21. Wirbelhöhe. Der absteigende Schenkel der 1. Flexur erreicht nach kaudodorsalem Verlauf den Scheitel dieser Krümmung in Höhe des 26. Wirbels. Zur Projektion der weiteren Flexuren wird im Folgenden jeweils die Wirbelhöhe des Krümmungs-Scheitels genannt. So erreicht die Flexura II die Höhe des 17. Wirbels an der rechten Bauchhöhlenwand und die 3. Flexur den 20. Wirbel nun ventral und linksseitig gelegen. Die folgende 2. Gerade zieht an der rechten Körperwand nach kranial bis zum 2. Wirbel. Die 4. Flexur überquert die Medianebene am Septum transversum in der Ebene des 2. Wirbels. Der Scheitel der Flexura V liegt

gemeinsam mit dem der 8. Flexur in der Projektion des 15. Wirbels. Die Ebene des 3. oder 4. Wirbels enthält den Scheitel der 6. Flexur, während die kaudalkonvexe 7. Flexur in Höhe des 17. Wirbels zu finden ist. Wie oben erwähnt liegt die 8. Flexur in der Ebene des 15. Wirbels links dorsal und zieht weiter als 3. Gerade oder Enddarm zur Afterpapille, welche in der Höhe des 31. Wirbels liegt.

### 5. Leber und Pankreas

Die vorwiegend rötlich-braune Leber des Grasfisches ist makroskopisch - anatomisch in die beiden Hauptlappen (Lobi principales) und das sie kaudal verbindende Leberzentrum zu gliedern (Abb. 8 a,b,c; 9 a und b). Die beiden Hauptlappen sind durch das Gekröse des schräg nach kranioventral durchziehenden Ductus pneumaticus getrennt (Abb. 8 f). Der rechte Hauptlappen reicht von der Mitte der Leibeshöhle nach kranial bis zum Septum transversum. Hier schiebt er sich nach ventral durch und umgreift die 4. Darmflexur. Der schwächere linke Hauptlappen führt neben dem flachen Kranialstück einen kräftig entwickelten milznahen Teil welcher die Milz dorsolateral von der linken Körperwand abdrängt (Abb. 9,b). Vom Leberzentrum, welches sich ventral des Isthmus der Schwimmblase befindet, ziehen nach kaudal nahe der Medianlinie der rudimentäre linke Kaudallappen (Abb. 8,g) und der um ein Vielfaches größere rechte Kaudallappen (Abb. 8,d). An dem rechten Rand des Leberzentrums und in Verbindung mit dem rechten Hauptlappen entspringt der rechte Bauchseitenlappen (Abb. 9,e).



Abb. 8



Abb. 9

Abb. 8. und 9. Dorsale und ventrale Ansicht der Leber eines fünfjährigen Grasfisches. Verkl. etwa 3fach.

a rechter Hauptlappen, b linker Hauptlappen, c Leberzentrum, d rechter Kaudallappen, e Bauchseitenlappen, f Ductus pneumaticus, g rudimentärer linker Kaudallappen.

Dieser verläuft als dünne Gewebsbrücke dorsal der 2. Darmgerade nach kaudal. Er biegt zwischen dem Innenbogen der 1. Flexur und dem Außenbogen der 3. Flexur oftmals gekrümmt nach kranial unter die 3. und die 8. Flexur und geht in der Tiefe des Leber- Darmkomplexes an die linke Seite hinüber (Abb. 9,e). In Höhe der 3. Darmflexur besteht eine zusätzliche Verbindung zum rechten Kaudallappen.

Die relativ große Gallenblase liegt ventral des rechten Leberhauptlappens und ist an allen Seiten von Anteilen des Leberdarmkomplexes umgeben. Das Pankreas tritt makroskopisch - anatomisch nicht als gesondertes Organ in Erscheinung.

Zur Topographie der Leber soll hier nur die Wirbelbeziehung von drei markanten Punkten angefügt werden:

Kraniales Ende: 1. Wirbel

Kaudales Ende: 25. Wirbel

Mitte des Leberzentrums: 14. Wirbel, gleichzeitig unter dem Isthmus der Schwimmblase.

Die bisherige anatomische Beschreibung gilt wie anfangs erwähnt, für den juvenilen Grasfisch. Bei adulten Grasfischen ändert sich im Prinzip weder die Anatomie noch die Topographie wesentlich. Es drängt sich lediglich eine bis zu 1 Zentimeter starke Zwischenschicht von Fettgewebe zwischen die Bauchhöhlenwand und den Darmkanal. Änderungen der Zahlenangaben für die Skelototopie ergeben sich dadurch nicht. Die zarte bindegewebige Verankerung der Leberanteile an der Körperwand bleibt frei von Fettgewebe.

## 6. Schlingenbildung und Längenwachstum des Darmes

Bei frisch geschlüpften Grasfischen (48 Stunden alte Brut) zieht das Darmrohr geradlinig vom Schlund zum After. In diesem Entwicklungsstadium entspricht die Länge des Darmes annähernd der der Bauchhöhle; er ist lateral und ventral von Dotterschollen umlagert. Nach nahezu vollständiger Resorption des Dottersackes wird die Schwimmblase der Fische (vier Tage alte Brut) mit Luft gefüllt, wodurch der Darm nach ventral verdrängt wird. In diesem ventralen Krümmungsabschnitt entwickelt sich später die magenähnliche Erweiterung (SMALLWOOD und SMALLWOOD 1931). Die Schlingenbildung beginnt also bei ca 0,8 Zentimeter langen Brütlingen mit der eben erwähnten ventralen Verlagerung des Darmrohres und ist bereits nach der vierten Lebenswoche bei durchschnittlich 1,8 Zentimeter langen vorgestreckten Jungfischen ( $G_v$ ) abgeschlossen. Für eine successive Beobachtung der Darmschleifenentwicklung stand kein Untersuchungsmaterial zur Verfügung. KLUST (1939) fand bei 1,2 Zentimeter langen Karpfenbrütlingen eine einfache Darmschlinge (Flexura prima); den endgültigen Darmverlauf mit insgesamt 7 Flexuren und 3 Geraden zeigten 4 - 6 Zentimeter lange Exemplare.

Mit steigender Körperlänge nimmt auch das Verhältnis der absoluten Darmlänge zur Körperlänge - also die relative Darmlänge - zu (Tab. 1 und 2). Der Darm adulter Grasfische ist mit nur  $2 \frac{1}{4}$ -facher Körperlänge im Vergleich zu denen anderer Herbivoren bemerkenswert kurz. (HICKLING 1965). Die dem

Tabelle 1

| Körperlänge<br>mm                 | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 29   |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Darmlänge<br>mm                   | 24   | 24   | 26   | 32   | 31   | 32   | 34   | 41   | 42   | 42   | 40   | 41   |
|                                   |      |      | 28   | 29   | 32   | 39   | 40   | 39   | 40   | 42   | 43   |      |
|                                   |      |      | 28   | 31   | 31   | 32   | 34   | 42   | 42   | 48   |      |      |
|                                   |      |      |      | 29   |      | 36   | 35   | 43   | 43   | 48   |      |      |
|                                   |      |      |      |      |      | 36   | 40   |      | 44   | 44   |      |      |
|                                   |      |      |      |      |      | 34   | 36   |      | 44   | 44   |      |      |
|                                   |      |      |      |      |      | 37   | 37   |      | 42   | 44   |      |      |
|                                   |      |      |      |      |      | 37   |      |      |      |      |      |      |
|                                   |      |      |      |      |      | 39   |      |      |      |      |      |      |
|                                   |      |      |      |      |      | 36   |      |      |      |      |      |      |
|                                   |      |      |      |      |      | 39   |      |      |      |      |      |      |
|                                   |      |      |      |      |      | 39   |      |      |      |      |      |      |
|                                   |      |      |      |      |      | 39   |      |      |      |      |      |      |
|                                   |      |      |      |      |      | 40   |      |      |      |      |      |      |
| durchschnittliche<br>Darmlänge/mm | 24   | 24   | 27   | 30   | 31   | 35   | 38   | 41   | 42   | 45   | 42   | 41   |
| $\frac{DL}{KL}$                   | 1,33 | 1,26 | 1,37 | 1,44 | 1,42 | 1,53 | 1,56 | 1,65 | 1,62 | 1,65 | 1,49 | 1,41 |

Tab. 1. Metrische Daten der Versuchstiere von Gruppe a (vor-  
gestreckte Grasfischbrut).

Tabelle 2

| Körperlänge<br>mm                 | 175  | 180  | 185  | 190  | 195  | 200 | 205  | 210 | 215  | 220  | 225 | 230  | 235 | 240 | 245  | 250 | 255  |
|-----------------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|------|------|-----|------|-----|-----|------|-----|------|
| Darmlänge<br>mm                   | 406  | 400  | 427  | 412  | 448  |     | 426  |     | 442  | 444  |     | 453  |     |     | 466  |     | 514  |
|                                   | 413  | 398  | 421  |      | 424  |     |      |     | 438  |      |     | 439  |     |     |      |     |      |
|                                   | 399  |      |      |      | 436  |     |      |     |      |      |     |      |     |     |      |     |      |
| durchschnittliche<br>Darmlänge/mm | 406  | 399  | 424  | 412  | 436  |     | 426  |     | 440  | 444  |     | 446  |     |     | 466  |     | 514  |
| $\frac{DL}{KL}$                   | 2,32 | 2,22 | 2,29 | 2,17 | 2,34 |     | 2,08 |     | 2,05 | 2,02 |     | 1,93 |     |     | 1,82 |     | 2,01 |

Tab. 2. Metrische Daten der Versuchstiere von Gruppe b (ein-  
jähriger Grasfisch).

Grasfisch nahestehende phytoplanktonfressende Art *Hypophthalmichthys molitrix* Val. hat einen Darm von immerhin 13-facher Körperlänge (SUWOROW 1959). Bei anderen phytophagen Fischarten wurden unterschiedliche Relationen zwischen Darm und Körperlänge gefunden. Sie betragen für *Campostoma anomala* 6 : 1 (ROGICK 1931) und *Tilapia mossambica* 8 : 1 (AL-HUSSAINI 1949). Nach KLUST (1940) ist der Darm eines 6 Zentimeter langen Karpfens doppelt so lang wie der Körper und erreicht bei 18 Zentimeter langen Fischen bereits 2 1/2-fache Länge. Vergleicht man also den Darm des Grasfisches mit dem von omnivoren und anderen herbivoren Fischen, so wäre er bezüglich seiner Länge den Allesfressern zuzuordnen. In der nur unvollständigen Verdauung beim Grasfisch - ca 50% des aufgenommenen Futters wird verwertet - sehen verschiedene Untersucher eine Beziehung zur Kürze des Darmrohres. Berücksichtigt man aber die Aussage von STROGANOW (1963), daß selbst weiche Unterwasserpflanzen nur zu etwa 60% verdaulich sind, erscheint die tatsächliche Darmlänge adäquat. Der Fisch ist somit allerdings gezwungen, große Nahrungsmengen aufzunehmen, um seinen Bedarf an Energie und lebensnotwendigem Eiweiß zu decken.

Die beim Übergang des jungen Grasfisches vom Plankton- zum Pflanzenfresser sich manifestierenden morphometrischen Veränderungen des Intestinums herauszuarbeiten, war das Ziel der stochastischen Behandlung des hierbei angefallenen Zahlenmaterials. Zur ersten Orientierung dienten die an zwei Entwicklungsstadien (Gruppe a und b) gewonnenen DL/KL Meßwert-

paarungen (Tab. 1 und 2). Die mathematische Terminologie und die Durchführungen der Berechnungen entsprechen denen von WEBER (1972).

Wie die Diagramme 1 und 2 aufweisen, ist eine Regressionsanalyse beider Grundgesamtheiten zulässig und letztlich erfolgreich, da die Voraussetzung der Meßfehlerverteilung  $KL \propto DL$  gegeben ist. Der Berechnung des die Regressionsgerade begrenzenden 95% - Konfidenzgürtels lag in Gruppe b ein variabler Stichprobenumfang von  $m = 1$ , in Gruppe a hingegen ein solcher von  $m = 5$  zugrunde, wodurch ihre Vertrauenswürdigkeit ausgewiesen wird. Die stark voneinander abweichenden Werte der Regressionskoeffizienten  $b_1 = 2,73$  und  $b_2 = 0,99$  verlangten eine Kausalanalyse, die mit der Hilfsformulierung  $DL/KL = f(KL)$  (relative Darmlänge) (Diagramm 3) angegangen wurde.

Nachdem die errechneten  $DL/KL$  Relationen beider Gruppen durch den t - Test als zu verschiedenen Mittelwerten gehörig erkannt waren, ( $t_{0,05} < t$ ), brachte die graphische Darstellung (Diagramm 3) eine Klärung des Sachverhaltes. Da für die Anordnung der beiden Meßwertscharen im Koordinatensystem zufällige Veränderlichkeiten mathematisch abgelehnt wurden, läßt sich in dem gewonnenen Kurvenzug in Übereinstimmung mit den Freilandbeobachtungen die Dynamik der Umstrukturierung des Darmes in Beziehung zur Nahrung ablesen. Die belegte Tatsache, daß der Punkteschwarm der Gruppe a sinnvoll durch eine Gerade verbunden werden kann, nicht hingegen die Punkt-

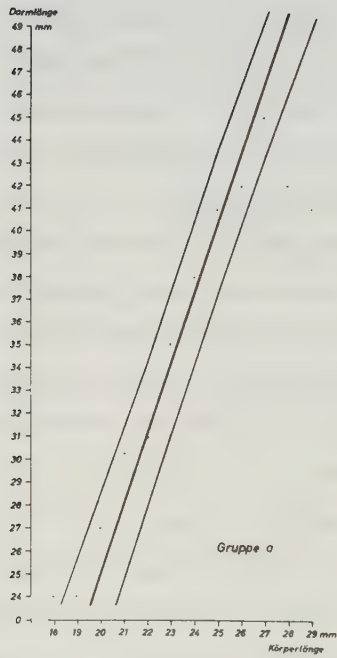


Diagramm 1. Regressionsanalyse zu Tabelle 1.

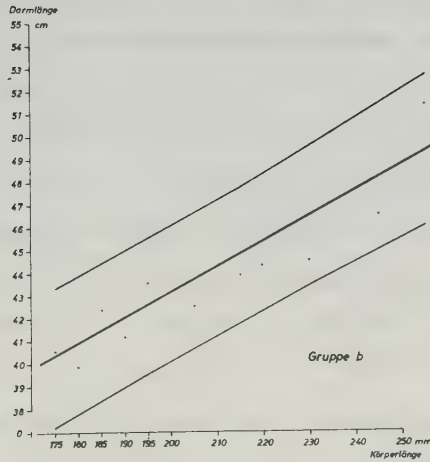


Diagramm 2. Regressionsanalyse zu Tabelle 2.

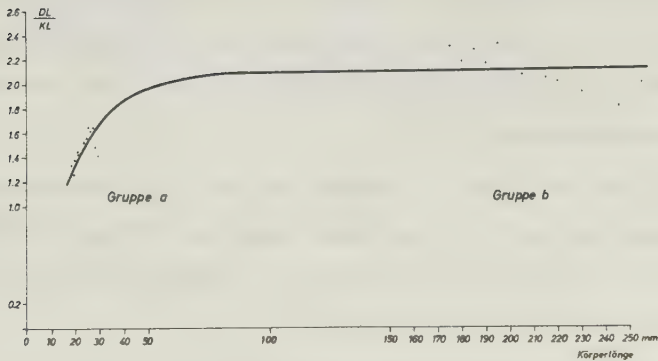


Diagramm 3. Veränderung der relativen Darmlänge beim Übergang von vorwiegend tierischer - zu vorwiegend pflanzlicher Nahrung.

wolke der Gruppe b, ist Ausdruck der Spontanität des Darmwachstums in dieser Größen- (Alters-) klasse (2,5cm). Diese Phase kann mit dem Erreichen einer Körperlänge von ca 5,5 Zentimeter als abgeschlossen gelten, wo sich der Kurvenzug fast asymptotisch dem Endwert DL/KL 2 anlegt.

Da für die Gruppe b die gegenüber dem Regressionskoeffizienten ausgesetzte Nullhypothese angenommen werden muß, sind mit hoher mathematischer Sicherheit die Punkte dieser Meßreihe um ein DL/KL von 2,11 im Bereich der gemessenen Körperlängen verteilt.

Zur Verallgemeinerung und Übertragbarkeit der hier gewählten Darstellung kann die relative Geschwindigkeit des Darmwachstums durch Aufstellung der Nullhypothese der den Meßpunkten zugeordneten Regressionsgeraden aufgestellt werden.

Ihre Ablehnung unter Verwendung der Varianzanalyse respektive des t - Testes mit einer über 99,5% liegenden Sicherheit ist der mathematische Ausdruck für die Phase der Nahrungsumstellung.

Es wäre interessant zu wissen, inwieweit diese entwicklungsphysiologische Ableitung durch Anwendung bei anderen Arten den Rückschluß von der Messung zur Trophologie zuläßt, oder ob eine Artspezifität vorliegt.

Als Evolutionsdruck für diese Entwicklung steht weniger die Vergrößerung der resorptiven Fläche als die für eine Pflanzennahrung notwendige längere Aufschlußdauer im Vordergrund;

erstere wird durch eine Lumenerweiterung (Bildung von Krypten, Zotten und Blindsäcken sowie einfache Verlängerung des verdauenden Abschnitts) ausgedrückt, letztere durch eine Intensivierung an Sekretion und Resorption.

## II. Mikroskopische Anatomie

### 1. Kopfdarm

Das Hohlraumssystem des Kopfdarmes ist von einer kutanen Schleimhaut ausgekleidet, deren vielschichtiges unverhorntes Plattenepithel vor allem von zwei verschiedenen Zellqualitäten aufgebaut wird:

Die hochprismatischen Epithelzellen des Stratum basale beinhalten große ovale Kerne, welche in der Längsachse der Zellkörper stehen (Abb. 10,a). Darauf folgen die polyedrischen Zellen des Stratum spinosum, die zur Schleimhautoberfläche hin flacher werden, dabei aber ihre zentral gelegenen, chromatinreichen Kerne beibehalten (Abb. 10,b). Aus den Epithelzellen differenzieren sich die schleimbereitenden Becherzellen. (GRAU und WALTER 1967; v. LUKOWICZ 1965). Muzigen und Praemucinkörper enthaltende Vorstufen dieser Schleimzellen werden in den mittleren Schichten des Stratum spinosum gefunden. Die reifen, mit Mucin gefüllten Becherzellen treten am freien Rand der Lamina epithelialis als einzellige endoepitheliale Drüsen in Erscheinung (Abb. 11,a) und sondern dort während der Sekretionsphase den Schleim ab, der die Kerne an die Zellbasen verdrängt. Die Gestalt der Becherzellen variiert beim Grasfisch von rundoval bis säckchenförmig. Der erste Formtyp tritt vor allem in der Mundhöhle, der zweite regelmäßig in der Kiemenhöhle auf."Sphero-oidale; Schleimzellen (AL-HUSSAINI 1949) konnten beim Grasfisch

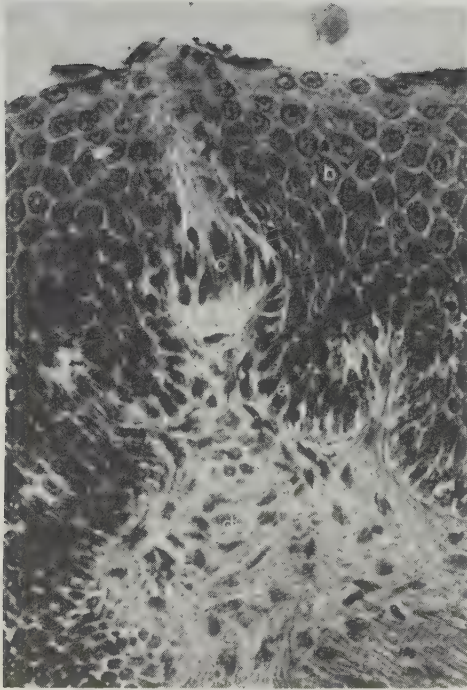


Abb. 10. Ausschnitt aus der Wand des Kopfdarmes eines einjährigen Grasfisches. HE. Verg. 160fach.

a Stratum basale, b polyedrische Zellen des Stratum spinosum, c Geschmacksknospe, d Tunica submucosa.

nicht nachgewiesen werden. Dieser Autor fand diesen Formtyp dicht über der basalen Lage des Mundhöhlenepithels von Karpfen, Karauschen und den *Ctenopharyngodon idella* (Val.) systematisch nahestehenden, vorwiegend pflanzenfressenden Rotaugen (*Scardinius erythrophthalmus*). KAMAL PASHA (1964) beschrieb spheroidale Becherzellen an der Schleimhautoberfläche der gleichfalls phytophagen Art *Tilapia mossambica*.

Kolbenzellen, welche in der cutanen Schleimhaut von *Tilapia mossambica* (AL-HUSSAINI und KHOLY 1953) sowie bei omnivoren Fischen wie *Clarias lazera* (AL-HUSSAINI und KHOLY 1953), *Wal-lago attu* (KAPOOR 1953) und *Mystus gulio* (KAMAL PASHA 1964) gefunden wurden, fehlen dem Grasfisch. Dadurch kann er dem sog. "Normaltyp" zugeordnet werden.

Neben den bisher erwähnten einzelligen Schleimhautdifferenzierungen des Kopfdarmes treten zahlreiche Geschmacksknospen auf. Diese sitzen einzeln oder aggregiert einem gefiederten, bindegewebigen Papillengrundstock auf. Sie stellen birnenförmige Sinnesorganellen dar (Abb. 10,c), deren Struktur den Beschreibungen bei anderen Knochenfischen (v. LUKOWICZ 1965, SCHULTE und HOLL 1971) entspricht. Lichtoptisch fallen vor allem chromatinreiche, längliche und daneben runde Kerne auf. Die ihnen zugehörigen, ineinander geschichteten spindelförmigen Sinneszellen und die mehr basal gelegenen Stützzellen sind schwer voneinander zu unterscheiden. Eine Differenzierung in helle und dunkle Sinneszellen (WELSCH und STORCH 1969) ist lichtmikroskopisch nicht möglich.

Verschiedene carnivore Fische wie der Hecht zeigen zahlreiche Schleimzellen in ihrer verhornten Lippenschleimhaut (BUCKE 1970). Becherzellen und Geschmacksknospen fehlen beim Graspfisch dagegen nur im unverhornten vielschichtigen Plattenepithel von Lippen und Kauplatte.

Die kutane Schleimhaut der Epidermis von Ober- und Unterkiefer (Abb. 12,a) wird beim Graspfisch am äußeren Mundrand deutlich dünner. Von da an trägt der eigentliche Lippenbogen bis hin zum inneren Mundrand ein verhorntes vielschichtiges Plattenepithel, dem das Stratum granulosum fehlt (Abb. 12,a). Die Zellgrenzen der auf das Stratum spinosum folgenden Epithellagen werden zunehmend undeutlicher. Da aber die degenerierenden Zellen dieses Bereiches noch Kerne oder erst beginnende Karyolyse zeigen, kann auch nicht von einem homogen erscheinenden Str. lucidum gesprochen werden. Nur die bereits abschlüpfenden Zellen des folgenden beim Graspfisch nur ein- bis zweischichtigen Str. corneum - der unmittelbar mechanisch beanspruchten Fläche also - sind kernlos.

Die Tunica mucosa des Mundhöhlendaches gleicht im Aufbau und der Verteilung ihrer Strukturelemente im allgemeinen der des Mundhöhlenbodens. In beiden Regionen ist ihre Lamina epithelialis etwa gleich stark. Sie nimmt nach aboral stetig an Dicke zu. Im Längsschnitt erscheint die Mundhöhlenschleimhaut in ihren oberen Zellagen von dicht aneinander gereihten ovalen Becherzellen durchsetzt. Sie sind so zahlreich, daß bei einer Darstellung der Schleimsubstanzen mit Mucikarmin

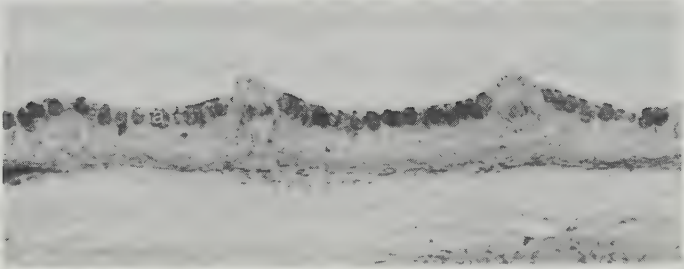


Abb. 11. Längsschnitt durch den Mundhöhlenboden eines vorgestreckten Grasfisches. Mucikarmin. Verg. 25fach.

a Becherzellen, b Geschmacksknospe, c Tunica submucosa.

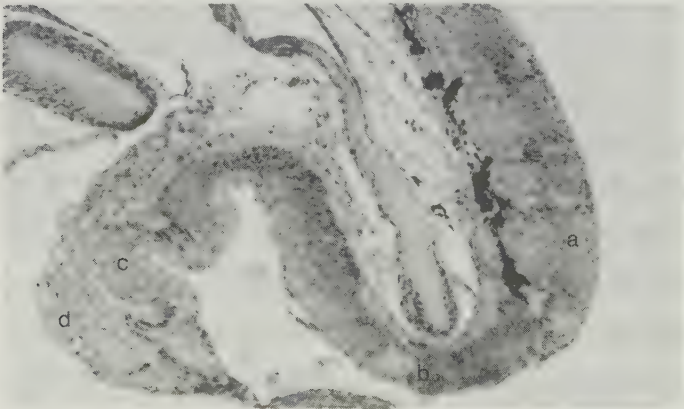


Abb. 12. Längsschnitt durch den Oberkiefer eines vorgestreckten Grasfisches. HE Verg. 64fach.

a vielschichtiges Plattenepithel der Epidermis, b vielschichtiges verhorntes Plattenepithel des Lippenbogens, c ventrale Fläche und d dorsale Fläche des Maxillarsegels.

der Epithelrand leuchtend rot gegenüber den darunterliegenden Zellschichten hervortritt. Geschmacksknospen werden fast nur auf den Längsfalten und Papillen des Daches, sowie auf den Kämmen der Transversalfalten des Bodens angetroffen (Abb. 11,b). Gegenüber *Tilapia mossambica* ergeben sich artliche Unterschiede dadurch, daß bei diesem Fisch Becherzellen im vorderen Abschnitt des Mundhöhlendaches fehlen, obwohl sie in der gegenüberliegenden Bodenregion vorkommen. Gleichfalls wurden bei dieser Fischart im aboralen Teil der Mundhöhle keine Geschmacksknospen gefunden (KAMAL PASHA 1964).

Am inneren Mundrand geht die verhornte Schleimhaut der Lippen unvermittelt wieder in unverhorntes vielschichtiges Plattenepithel über. Diese Stelle wird am Mundhöhlendach zusätzlich durch das bereits erwähnte Maxillarsegel, eine im Längsschnitt falsiforme Schleimhautduplikatur markiert. Ihre beim Freßakt der Nahrung zugewandte ventrale Seite trägt Geschmacksknospen und eine stark entwickelte Lamina epithelialis (Abb. 12,c). An der dünn-schichtigen Dorsalfläche verhindern zahlreiche Schleimzellen ein Anhaften der Falte am Gaumen (Abb. 12,d). Das frühzeitige Auftreten von Geschmacksknospen beiderseits des verhornten Lippenbogens dient sicherlich der Selektion bei der Futteraufnahme. Während der zweiten Phase des Atmens, verschließt die Maxillarklappe durch den beim Anheben des Mundhöhlenbodens entstehenden Wasserdruck passiv die Mundöffnung. Da beim Grasfisch, dem Rotaugen, der Karausche und dem Karpfen nur das Maxillarsegel vorhanden ist, wird

seine Spitze während der zweiten Atemphase direkt dem Mundhöhlenboden angepreßt. Bei *Tilapia mossambica* (KAMAL PASHA 1964) und den meisten Teleosteen wird der Mundverschluß durch zwei "innere Lippen", also mit Hilfe eines zusätzlichen Mandibularsegels, am Unterkiefer erreicht.

Die Mucosa der Zungenoberfläche unterscheidet sich nicht von der des Mundhöhlenbodens. An der Spitze und der kurzen Ventralseite des rudimentären Organs nimmt ihre Schichtdicke ab. Das lockere Bindegewebe der Tunica submucosa bildet den Papillarkörper der Mundhöhlenwand, welche beim GrASFisch die Grundlage der im Schnitt wellenförmigen Schleimhautfalten bildet. Sie entläßt ein dünnes doppelseitiges Bindegewebsblatt in das Maxillarsegel und strahlt bis in die Spitze der rudimentären Zunge ein. Im Gegensatz dazu beschrieb ROGICK (1931) an den Lippen und dem Mundhöhlendach von *Campostoma anomala* lange fingerartige Fortsätze des Papillarkörpers, welche besonders in der medialen Dachregion dünne, longitudinale Schleimhautfalten aufwerfen. Bei dieser Art und beim GrASFisch verlaufen nahezu homogen erscheinende, dicht gepackte kollagene Fasern bandartig entlang der lichtoptisch nicht wahrnehmbaren Basalmembran. ROGICK (1931) nannte diese Gewebsschicht *Stratum compactum*. Da neben den Kollagenfasern auch zahlreiche Zellkerne erkennbar sind, erscheint diese Bezeichnung für die oberflächliche Schicht der Tunica submucosa beim GrASFisch nicht zutreffend. Die darauffolgenden tieferen Lagen lockeren Bindegewebes enthalten zahlreiche Gefäße, Nervenzellen und

Nervenfasern (Abb. 10,d und 11,c). Zwischen den Bindegewebszellen können zahlreiche Wanderzellen gefunden werden.

Im Bereich des Lippenbogens grenzt das subepitheliale Bindegewebe direkt an das Periost von Praemaxillare und Dentale. Im Längsschnitt wird deutlich, daß auch am Mundhöhlendach, sowie auf dem unbeweglichen Zungenrudiment eine Muskelschicht fehlt. In die Wand des Mundhöhlenbodens strahlen Bündel der aus quergestreifter Muskulatur bestehenden starren Tunica muscularis ein. KAMAL PASHA (1964) und CURRY (1930) fanden bei *Mystus gulio* und Karpfen umgekehrte Verhältnisse. Ersterer beschrieb schließlich bei *Tilapia mossambica* am Boden der Mundhöhle ein quergestreiftes Muskellager, welches aus inneren circulären und äußeren longitudinalen Fasern besteht.

Die Mundhöhlenschleimhaut und die Mucosa der Pharynx zeigen dieselben Bauelemente. Ihre Verteilung und das Mengenverhältnis zueinander ändern sich jedoch nach aboral. Die Becherzellen werden dabei am Dach und Boden des Kiemenraumes immer zahlreicher bis sie in der unmittelbaren Umgebung von Kauplatte und Schlundknochen etwa zwei Drittel der Lamina epithelialis einnehmen. Wie aus Abb. 14 ersichtlich häufen sie sich vor allem am Grund und an den Seitenwänden der Krypten zwischen den in dieser Region besonders hohen keilförmigen Schleimhautfalten. Auf den Kämmen der Falten sitzen die ebenfalls zahlreich auftretenden Geschmacksknospen. Auch sie sind dicht umlagert von den säckchenförmigen Schleimzellen, welche die polygonalen

Epithelzellen deformiert und weitgehend verdrängt haben. Nur das Stratum basale bleibt erhalten. Im oralen Teil des Pharynx sind die Becherzellen noch nicht so zahlreich. Sie kommen am Gaumenpolster nur in den Krypten zwischen den im Querschnitt pflasterartig erhabenen Papillen vor (Abb. 13,a). Tierartige Unterschiede treten im Verteilungsmuster der Geschmacksknospen gegenüber dem omnivoren Scariden *Scarus sordidus* (AL-HUSSAINI 1945) und *Campostoma anomala* (ROGICK 1931) auf. Bei der ersten Fischart fehlen Geschmacksknospen im gesamten Pharynx, bei der zweiten nur in der Schleimhaut beiderseits der Kauplatte. Lateral setzt sich die Lamina epithelialis der Pharynxschleimhaut auf die Kiemenbögen fort, sie überzieht, zahlreiche Schleimzellen tragend, auch die Reusendornen.

Die Tunica submucosa erreicht im oralen Teil der Kiemenhöhle ihre maximale Schichtdicke und baut hier zusammen mit der darunterliegenden Muskulatur das dorsale und ventrale Polster des Gaumenorgans und dessen pflastersteinartige Papillen auf (Abb. 13,b). Mit Ausnahme der Faltenregion lateral des Kauapparates nimmt das Schleimhautbindegewebe zum Oesophagus hin wieder ab, es strahlt in die Papillarfortsätze der fingerförmigen Schleimhautfalten ein (Abb. 14). Bereits kurz nach dem Übergang von der Mundhöhle zur Kiemenhöhle ist die vorher noch getroffene Unterscheidung zwischen der bandartig entlang der Basalmembran verlaufenden Kollagenfaserschicht und dem darauffolgenden lockeren Bindegewebe nicht mehr möglich. Im Schnittbild werden zahlreiche Kapillargefäße und Ganglien des Plexus

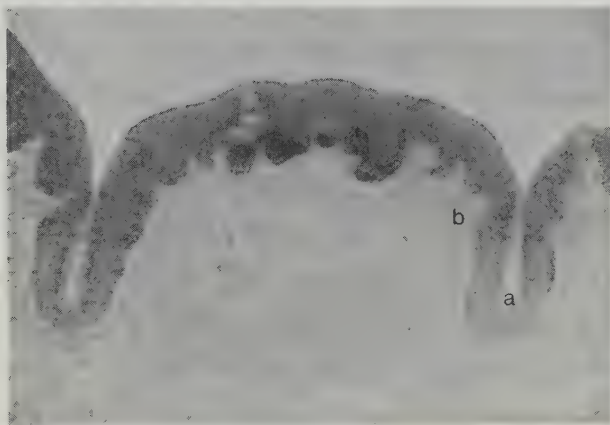


Abb. 13. Papille in der Schleimhaut des Gaumenpolsters eines einjährigen GrASFisches. HE. Verg. 25fach.

a Krypte mit Becherzellen, b Tunica submucosa des gefiederten Papillarkörpers.

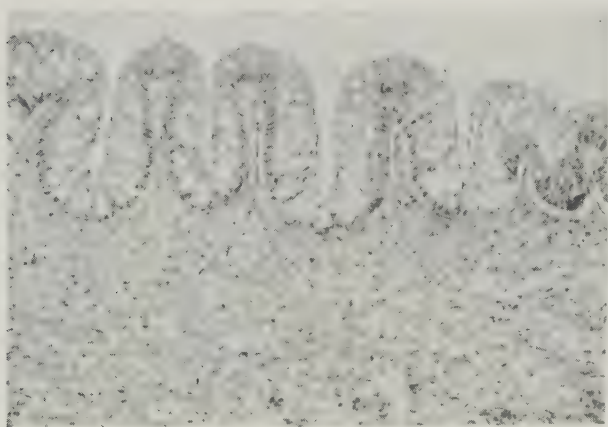


Abb. 14. Ausschnitt aus der Wand der aboralen Pharynxregion eines vorgestreckten GrASFisches. HE. Verg. 64fach.

Erklärung s. Text

submucosus getroffen (Abb. 15 e und f). Vereinzelt strahlen quergestreifte Muskelfasern und -bündel in die Zwischenräume des Bindegewebes ein. Die Tunica submucosa der Kiemenhöhle von Karpfen, Karausche, Rotauge (AL-HUSSAINI 1949) und *Campostoma anomala* (ROGICK 1931) ist mit vielen Fettzellen durchsetzt. Sie fehlen beim Grasfisch. Ein weiterer Unterschied besteht zwischen dem Grasfisch und der letztgenannten Art darin, daß bei ihr vor der Kauplatte in der Submucosa gelegene Schilddrüsenfollikel gefunden wurden. Die in der Mundhöhle longitudinal verlaufenden Fasern der quergestreiften Tunica muscularis setzen sich in die Kiemenhöhle hinein fort und werden zunehmend von ungeordneten Muskelzügen durchsetzt und verstärkt. Dazwischen ziehen vermutlich von den Basen der Geschmacksknospen kommende sensorische Nervenfasern (Abb. 16). Dünne Bindegewebssepten trennen die kreuz und quer verlaufenden Faserbündel. Der Fisch kontrahiert beim Schluckakt die starken Muskellager der beiden gegenüberliegenden Gaumenpolster, wobei die Nahrung gegen das Gitter der Reusendornen gepreßt und so grob entwässert wird. Zudem fungiert das Gaumenorgan auch als Nahrungsselektor. Die Tunica muscularis der omnivoren Fischarten *Mystus gulio* (KAMAL PASHA 1964) und *Walugo attu* (KAPOOR 1953) verläuft in einer äußeren circulären und inneren longitudinalen Schicht und unterscheidet sich damit von der des Pflanzenfressers *Ctenopharyngodon idella* Val. Die mikroskopische Anatomie des Kauapparates beim Grasfisch wurde von NEGELE (1970) beschrieben.

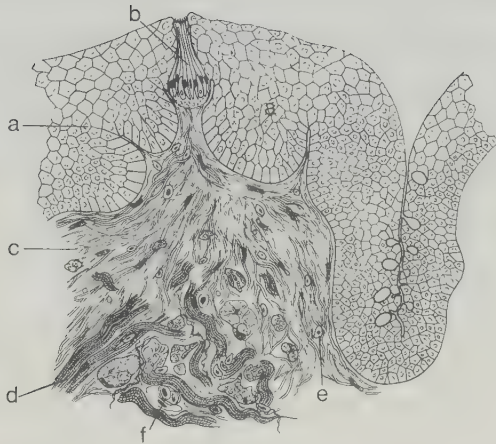


Abb. 15. Papille in der Schleimhaut des Gaumenpolsters eines einjährigen GrASFisches, Zeichnung.

a Lamina epithelialis mucosae, b Geschmacksknospe, c Tunica submucosa, d Tunica muscularis, e Ganglien des Plexus submucosus, f Gefäße.

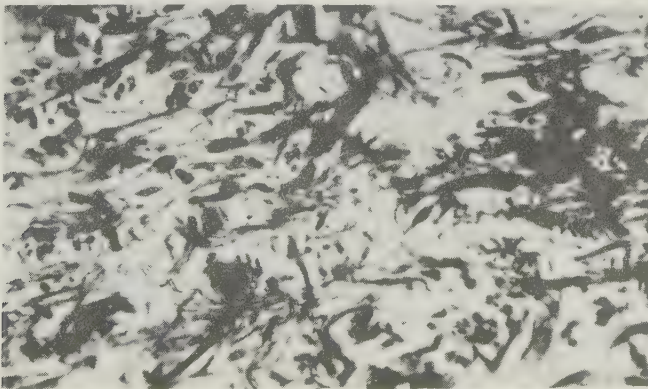


Abb. 16. Ausschnitt aus der Tunica muscularis am Pharynxdach eines einjährigen GrASFisches. Imprägn. n. SCHEFFHALER und MAYET. Verg. 64fach.

## 2. Vorderdarm

Der proximale Teil des Oesophagus, welcher noch außerhalb der Leibeshöhle liegt, besteht aus der Tunica mucosa, Tunica submucosa und Tunica muscularis. Im in der Leibeshöhle gelegenen Abschnitt ist der Oesophagus von der hinzutretenden Tunica serosa überzogen.

Die Lamina epithelialis der Oesophagusschleimhaut wird nahezu ausschließlich von den säckchenförmigen Becherzellen gebildet, welche in diesem engen Teil des Ernährungstraktes am häufigsten auftreten (Abb. 17). Nur an den Scheiteln der Falten werden vereinzelt schleimfreie Deckzellen des vielschichtigen, distal dünner werdenden Epithels gefunden. An der Grenze zur magenähnlichen Erweiterung hin nimmt die Zahl der Schleimzellen beim Grasfisch rasch ab. In der distalen Region des Schlundes von *Mulloidies auriflamma* (AL-HUSSAINI 1946) fehlen die Schleimzellen sogar vollständig. Die Eintrittsstelle des Ductus pneumaticus wird bei *Ctenopharyngodon idella* (Val.) wie auch bei *Campostoma anomala* (ROGICK 1931) durch die Zylinderzellen des Epithels markiert. Geschmacksknospen werden im proximalen Teil des Oesophagus verschiedener pflanzen- und allesfressender Fischarten gefunden (CURRY 1930; KAMAL PASHA 1964; ROGICK 1931; AL-HUSSAINI 1949; BISHOP und ODENSE 1966). Beim Grasfisch trifft man sie ebenfalls nur im vorderen Abschnitt auf den Kämmen der Falten an. Während AL-HUSSAINI und KHOLY 1953 in den tieferen Epithelschichten des proximalen Oesophagusteiles von *Tilapia nilotica* (herbivor) und *Clarias lazera*

(omnivor) Kolbenzellen gefunden haben, konnte dieser Zelltyp im Schlund von *Ctenopharyngodon idella* (Val.) nicht nachgewiesen werden. Am distalen Ende des Oesophagus erfolgt der rasche Wechsel vom ektodermalen mehrschichtigen Plattenepithel in das entodermale einschichtige Zylinderepithel bei Grasfischen proximal zuerst an den Scheiteln der Falten; distal dann auch an deren Basen (Abb. 18). Gleiche Befunde beschrieben DAWES (1930) an Schollen (*Pleuronectes platessa*) und AL-HUSSAINI (1946;1949) bei *Scarus sordidus*, Karpfen, Rotaugen und Karauschen. Einen umgekehrten Übergangsmodus schilderte ROGICK (1931) für *Campostoma anomala*. Sie bezeichnete das Epithel der kurzen Grenzzone zwischen den beiden Keimblättern als "gemischtes" Epithel. ("mixed" epithelium).

Im Oesophagus embryonaler Grasfische (Dottersackstadien) wurde bei keinem der untersuchten Exemplare ein hochzylindrisches Epithel mit Konozilien (Flimmerepithel) gefunden.

Die Frage, ob im Oesophagus die Lamina epithelialis mucosae einer Basalmembran aufsitzt oder ob das Epithel sich, wie beim Hecht (KRAUSE 1923) direkt der Lamina propria anschließt, konnte lichtoptisch nicht geklärt werden. In der nur gering ausgebildeten Submucosa der außerordentlich dehnbaren Oesophaguswand überwiegen die elastischen Bindegewebsfasern, welche in die netzartig verzweigten primären, sekundären und tertiären Schleimhautfalten einstrahlen. Mit ihnen sind Faserbündel der Lamina longitudinalis in die Längsfalten I. Ordnung eingesenkt. Im Schnittbild treten neben größeren und kleineren Ge-



Abb. 17. Längsschnitt durch die Schleimhautfalten des Oesophagus eines einjährigen Grasfisches. HE. Verg. 64fach.



Abb. 18. Übergang des Oesophagus in die magenähnliche Erweiterung des vorgestreckten Grasfisches. Längsschnitt. HE. Verg. 25fach.  
a cutane Schleimhaut, b echte Schleimhaut.

fäßen die Ganglien des Plexus submucosus nicht so zahlreich auf wie im Pharynx.

Die Tunica muscularis wird von quergestreifter Muskulatur gebildet. Sie besteht aus einer inneren dünnen Lamina longitudinalis und einer äußeren dicken Lamina circularis. Nahe dem distalen Oesophagusende vertauschen die beiden, - durch ein nur wenig vaskularisiertes und innerviertes dünnes Bindegewebsblatt (Str. intermusculare) getrennten Muskelschichten -, ihre Lage zueinander. Außerdem wird die gestreifte Muskulatur am Übergang in die "magenähnliche" Erweiterung des Darmes zunehmend durch glatte Muskelfasern ersetzt.

Die Tunica serosa tritt in der Leibeshöhle als innerer Organüberzug an den intraperitoneal gelegenen Teil des Oesophagus und **setzt** sich auf alle nachfolgenden Teile des Verdauungstraktes fort. Sie ist ein Teil des dorsalen Mesenteriums und beim Grasfisch außerordentlich dünn. Ihre Lamina epithelialis besteht aus einer Schicht abgeflachter Coelomzellen und liegt ohne Lamina subserosa direkt der Tunica muscularis von außen auf.

Im Schrifttum wird die magenähnliche Erweiterung des Darmes, deren distales Ende auf Höhe der Gallengangspapille liegt, von den meisten Autoren dem Vorderdarm zugeordnet. Auch in der vorliegenden Arbeit wurde die Unterteilung des Darmes beim Grasfisch nach der für Cypriniden gültigen Systematik vorgenommen. Die Einmündung des Gallenganges in den Verdauungsschlauch kann jedoch nicht als echte Grenze zwischen Vorder-

und Mitteldarm aufgefaßt werden, da in diesem Bereich charakteristische Unterschiede fehlen. Im histologischen Bild wird vielmehr deutlich, daß beginnend an der distalen Einschnürung des Oesophagus, die gesamte magenähnliche Erweiterung mit resorptiver Darmschleimhaut ausgekleidet ist, welche auch für die nachfolgenden Darmabschnitte typisch ist.

Im Wandaufbau der magenähnlichen Erweiterung, sowie des Mittel- und Enddarmes, werden wie schon im intraperitoneal gelegenen Teil des Oesophagus, vier Schichten unterschieden: Tunica mucosa, Tunica submucosa, Tunica muscularis, Tunica serosa.

Die Lamina epithelialis der Tunica mucosa wird von einem einschichtigen hochprismatischen Epithel gebildet. Die länglich-ovalen chromatinreichen Kerne liegen im basalen Drittel der Zellen (Abb. 19,a und 20,a). Die Epitheloberfläche trägt einen dichten Mikrovillisaum. In das Epithel eingestreut liegen die den Chymus einschleimenden Becherzellen (Abb. 19, a und 20, a). Sie treten beim Grasfisch in den proximalen Darmabschnitten weniger zahlreich auf als in der distalen Darmregion. Intraepithelial zeigen sich im histologischen Schnitt Wanderzellen als kleine dunkle Punkte. Dabei handelt es sich offensichtlich um diffus verteilte Rundzellen, die aus dem submukösen Bindegewebe in das darüberliegende Epithel einwandert sind.

Der Ductus choledochus verbindet sich mit dem Ductus pancreaticus und mündet zwischen zwei Falten gelegen mit einer



Abb. 19

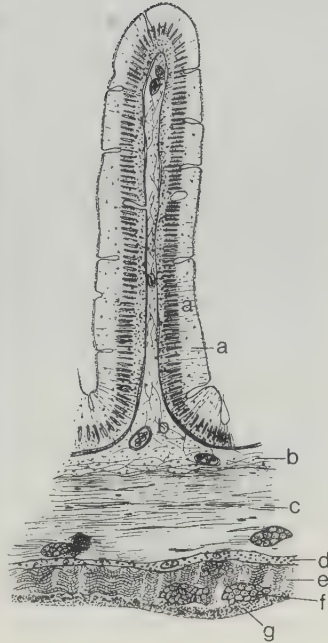


Abb. 20

Abb. 19. und 20. Querschnitt durch eine Schleimhautfalte der magenähnlichen Erweiterung eines einjährigen GrASFisches. Goldner, Verg. 64fach und Zeichnung.

a Lamina epithelialis mucosae, b Tunica submucosa, c Lamina circularis der Tunica muscularis, d bindegewebiges Septum, e spiralig verlaufende Skelettmuskulatur, f vorwiegend longitudinal verlaufende Skelettmuskulatur, g Lamina longitudinalis der Tunica muscularis.

Papille am distalen Ende der magenähnlichen Erweiterung in den Darm. Sein zylindrisches Epithel mit Bürstensaum geht unmittelbar in die Darmschleimhaut über.

Die Tunica submucosa der magenähnlichen Erweiterung unterscheidet sich von der des Oesophagus vor allem durch einen geringeren Anteil an elastischen Bindegewebsfasern. Eine zarte Lage subepithelialen Bindegewebes bildet die Grundlage der langen, schlanken Schleimhautfalten, deren Verlauf in diesem Abschnitt bereits makroskopisch-anatomisch dargestellt wurde.

Die Tunica muscularis ist kräftig entwickelt. Ihre dicke innere Lamina circularis (Abb. 20,c und 21,c) und wesentlich dünnere äußere Lamina longitudinalis (Abb. 20,g und 21,g) bestehen aus glatter Muskulatur. Zwischen den beiden Anteilen der Tunica muscularis tritt eine vorwiegend spiralig verlaufende Schicht quergestreifter Muskulatur auf. Außerdem kommen in der Lamina circularis der Tunica muscularis vereinzelt längsangeordnete Bündel von Skelettmuskulatur vor. Die Lamina circularis ist von der außenfolgenden Schicht der quergestreiften Muskulatur durch eine dünne Bindegewebslage getrennt (Abb. 20,d und 21,d). Verstärkt wird das Lager der quergestreiften Muskulatur zusätzlich durch längsverlaufende Bündel von Skelettmuskulatur. Diese liegen zwischen spiralig verlaufenden quergestreiften Muskulatur und der Lamina longitudinalis der Tunica muscularis (Abb. 20,f und 21,f). Die Darmwandmuskulatur ist bei *Ctenopharyngodon idella*, wie

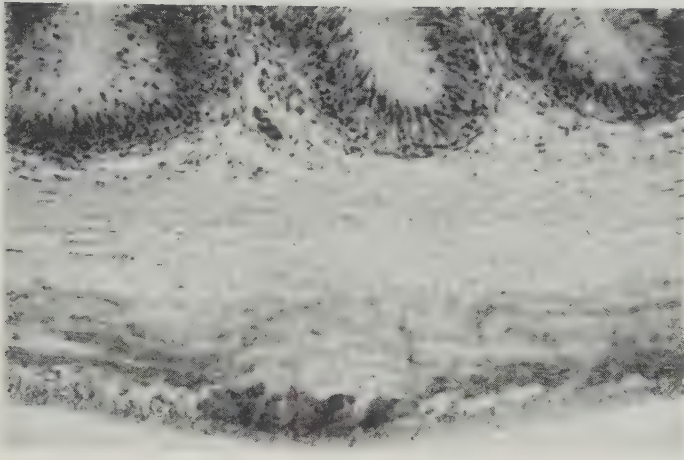


Abb. 21. Ausschnitt aus der Wand der magenähnlichen Erweiterung eines einjährigen Grasfisches. Goldner, Verg. 64fach.

a Lamina epithelialis mucosae, b Tunica submucosa, c Lamina circularis der Tunica muscularis, d bindegewebiges Septum, e spiralig verlaufende Skelettmuskulatur, f vorwiegend longitudinal verlaufende Skelettmuskulatur, g Lamina longitudinalis der Tunica muscularis.

bei den meisten herbivoren Fischarten, weniger stark entwickelt als die von Raubfischen (DAWES 1930; BLAKE 1930). Das Verlaufsmuster der quergestreiften Muskelbündel in der Wand der magenähnlichen Erweiterung des GrASFisches weicht von dem anderer Cypriniden ab. So wird zum Beispiel bei der Schleie der periphere Teil der Tunica muscularis aus einer äußeren längs- und einer inneren circular verlaufenden Schicht quergestreifter Muskulatur aufgebaut, welche die beiden Lagen glatter Muskulatur von außen umfassen (SUWCROW 1959; BAUMGARTEN 1965).

Die Tunica serosa entspricht der des distalen Oesophagusteils.

### 3. Mittel- und Enddarm

Unter physiologischen Bedingungen werden beim GrASFisch Mittel- und Enddarm fortlaufend mit großen Mengen von nur grob zerkleinerten, unvollständig verdauten Pflanzenteilen gefüllt. Gleichzeitig ist, wie bereits erwähnt, die Aufenthaltsdauer der ohnehin wenig verwertbaren Futtermassen kurz. Berücksichtigt man diese Tatsachen, so ist es nicht erstaunlich, daß die Becherzellen in der Lamina epithelialis mucosae nach distal gegenüber den Verhältnissen bei anderen Fischen zahlreicher auftreten. Sie umhüllen besonders im Enddarm die Fäcessäule mit Schleim und erleichtern so das Kotabsetzen. Im Gegensatz dazu stehen die Untersuchungsergebnisse von DAWES (1930). Er beobachtete, daß in der Darmschleimhaut von Schollen die Becherzellen in Richtung Anus an Zahl abnehmen und schließlich verschwinden. Wie im Vorderdarm treten intraepithelial und sub-

mucoös gelegene Wanderzellen häufig auf. Der Übergang von echter Schleimhaut in die cutane Schleimhaut der Epidermis erfolgt unvermittelt auf dem Scheitel der zentral trichterförmig eingezogenen Afterpapille.

Die Tunica submucosa bleibt im ganzen Mittel- und Enddarm etwa gleich dick. Ihr Papillarkörper stützt die dichtgereihten Querfalten. Diese sind im Mitteldarm besonders zahlreich und hoch (Abb. 22); sie werden im Enddarm niedriger (Abb. 23, 24 und 25) und verstreichen vor dem Anus nahezu.

Beim Karpfen reicht die quergestreifte Muskulatur des Mitteldarmes bis zur Einmündung des Gallenganges. (EBERL-ROTHE 1953). Bei einjährigen Grassfischen dagegen verliert sie sich erst etwa einen Zentimeter nach der Gallengangspapille. Von da an besteht die Tunica muscularis des Mittel- und Enddarmes aus einer dicken inneren circulären und einer dünnen äußeren longitudinalen Schicht glatter Muskulatur. Dazwischen bleibt das Stratum intermusculare erhalten.

Den distalen Abschluß bildet der ringwulstartige, quergestreifte M. sphincter ani. Verschiedene Fischarten haben Enddarmdrüsen (WINTER 1936). Beim Grassfisch wurden solche nicht gefunden.

Die Lamina epithelialis der Tunica serosa setzt sich unmittelbar vor der Afteröffnung als seröse Auskleidung der Leibeshöhle auf deren Wand fort.

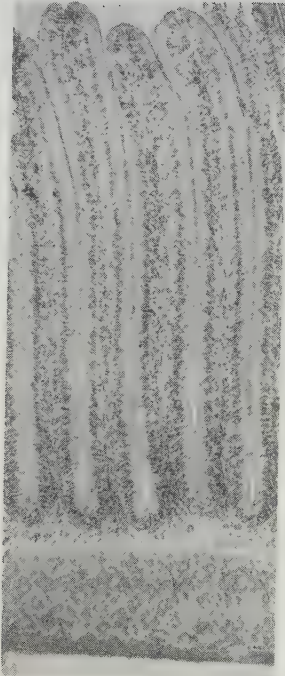


Abb. 22

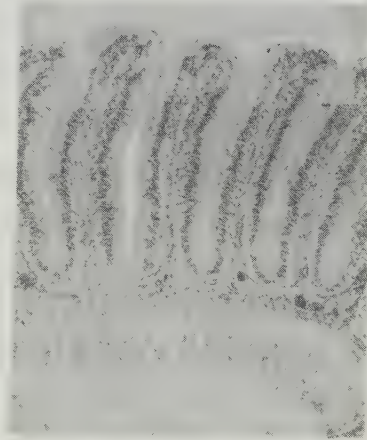


Abb. 23

Abb. 22. Längsschnitt durch die Wand des Mitteldarmes eines einjährigen Grasfisches. HE. Verg. 25fach.

Abb. 23. Längsschnitt durch die Wand des mittleren Enddarms eines einjährigen Grasfisches. HE. Verg. 25fach.

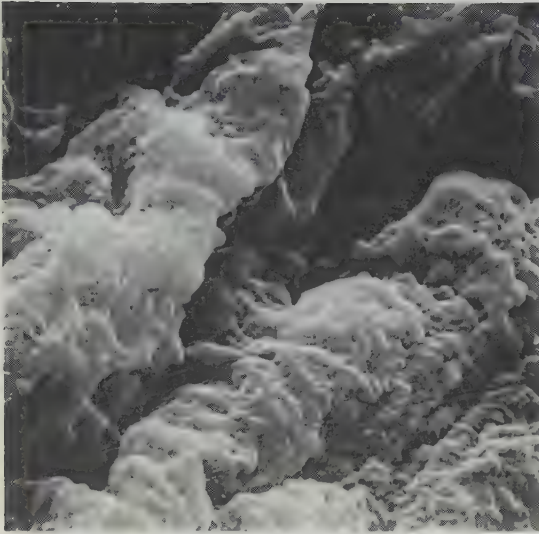


Abb. 24

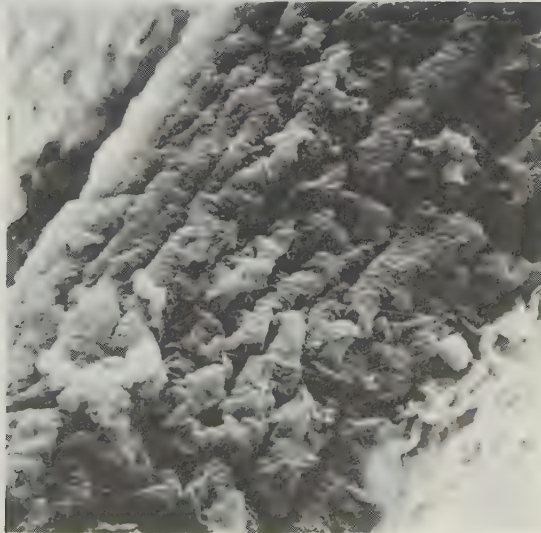


Abb. 25

Abb. 24 und 25. Rasterelektronenoptische Darstellung des Schleimhautreliefs im Enddarm eines einjährigen Grasfisches, rechts Verg. 1000fach, links Verg. 5000fach.

#### 4. Leber und Pankreas

In der Zusammensetzung ihrer Zellqualitäten sowie in ihrem Feinbau unterscheiden sich Leber und Pankreas des Grasfisches nicht wesentlich von den gleichen Organen anderer Cypriniden (AMLACHER 1954; HAIDER 1966; KRAUSE 1923). Umgeben von einer dünnen, bindegewebigen Kapsel liegen beide Organe zwar makroskopisch-anatomisch als einheitliches sogenanntes Hepatopankreas vor, behalten aber ihre verschiedenen Funktionen getrennt voneinander bei. Im histologischen Schnitt tritt das Pankreasgewebe inselförmig im Leberparenchym verteilt oder zusammenhängend zwischen dessen Oberfläche und der bindegewebigen Organkapsel auf (Abb. 26 und 27). Die balkenförmig angeordneten Hepatozyten des Grasfisches sind wie die des Karpfens besonders reich an Glykogen (Abb. 28).

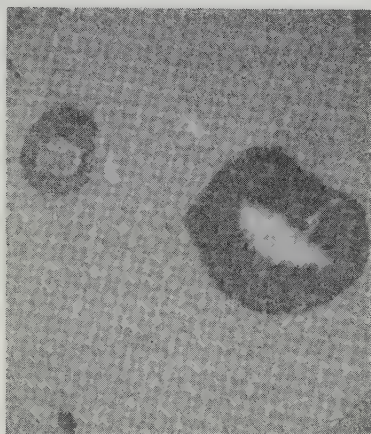


Abb. 26

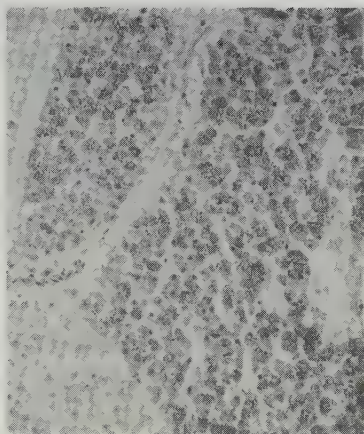


Abb. 27

Abb. 26. Lebergewebe mit Pankreasinseln eines einjährigen Grasfisches. HE. Verg. 25fach.

Abb. 27. Zymogenkörnchen der zentroacineren Zellen des Pankreas eines vorgestreckten Grasfisches. Ladewig, Verg. 25fach.

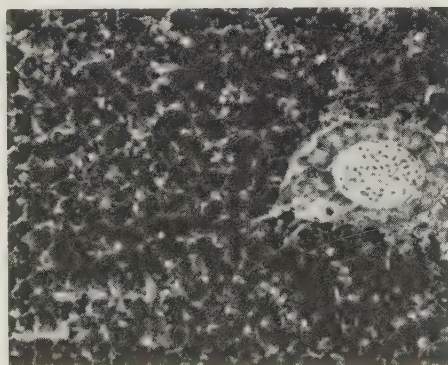


Abb. 28. Glykogenschollen in den Hepatozyten eines vorgestreckten Grasfisches. Karmin n. Best. Verg. 25fach.  
a Pankreasinseln

#### E) ZUSAMMENFASSUNG

1. Die Verdauungsorgane des pflanzenfressenden Fisches *Ctenopharyngodon idella* Val. wurden morphologisch untersucht.
2. Kopfdarm, Vorderdarm, Mittel- und Enddarm sowie Leber und Pankreas des Grasfisches wurden makroskopisch und mikroskopisch - anatomisch beschrieben und mit denen anderer Fischarten verglichen.
3. Mit Hilfe der makroskopisch - anatomischen Präparation und der Röntgendiaskopie wurde die Topographie des Verdauungskanals des Grasfisches dargestellt. Die Zuordnung einzelner Darmabschnitte durch senkrechte Projektion auf die Wirbelkörper (Skeletotopie) ermöglichte deren exakte Einordnung in den Fischkörper.
4. Das Längenwachstum und die Schlingenbildung des Intestinums wurden erörtert.

Investigations on the morphology of the digestive tract of  
the grasscarp (Ctenopharyngodon idella Val.)

SUMMARY

1. The morphology of the digestive system of the phytophagous Ctenopharyngodon idella Val. was investigated.
2. The macroscopical and microscopical anatomy of the different regions of the digestive tract (head gut and intestinum) and of the liver and pancreas of the grasscarp are described and compared to other fish species.
3. The topography and the anatomy of the grasscarp intestinal system is demonstrated by means of in situ preparation and X-ray diascopy. By vertical projection of single parts of the gut (sclerotopy) to the corresponding vertebra the exact position of the gut region within the fish body could be demonstrated.
4. The increase of the length and the coiling of the intestine are discussed.

F) LITERATURVERZEICHNIS

- AL-HUSSAINI, A.H. (1945): The anatomy and histology of the alimentary tract of the coral feeding fish *Scarus sordidus*. Bull. Inst. E'gypte 27, 349-377
- AL-HUSSAINI, A.H. (1946): The anatomy and histology of the alimentary tract of the bottom -Fedder, *Mulloidides auriflamma* (Forsk.) J. Morph. 78, 121-153
- AL-HUSSAINI, A.H. (1949): On the functional morphology of the Alimentary tract of some fish in relation to differences in their feeding habits: Anatomy and Histology. Quat. J. micros. Sci. 90, 109-139
- AL-HUSSAINI, A.H. und A.A. KHOLY (1953): On the functional morphology of the alimentary tract of some omnivorous teleost fish. Proc. Egypt. Acad. Sci. 6-9, 17-39.
- AMLACHER, E. (1954): Beitrag zur Anatomie der Karpfenleber (*Cyprinus carpio* L.). Z. Fischerei 3, 311-336
- ANSON, B.J. (1929): The comparative anatomy of the lips and labil villi of vertebrates. J. Morph., Philad. 47, 335-394
- ANTALFI, A. und I. TÖLG (1971): Graskarpfen (Pflanzenfressende Fische), Donau Verlag Günzburg
- BAUMGARTEN, H.G. (1965): Über die Muskulatur und die Nerven in der Darmwand der Schleie (*Tinca vulgaris* Cuv.). Z. Zellforsch. 68, 116-137
- BISHOP, C. und P.H. ODENSE (1966): Morphology of the digestive tract of the cod, *Gadus morhua*. J. Fish.Res.Bd.Can. 23, 1607-1615
- BLAKE, I.H. (1930): Studies on the comparative histology of the digestive tube of certain teleost fishes. I.A. predaceous fish the sea bass (*Centropristes striatus*). J. Morph. 50, 39-70

- BOHL, M. (1971): Die teichwirtschaftliche Bedeutung der Wasserpflanzen und die Möglichkeiten ihrer Bekämpfung unter besonderer Berücksichtigung der chinesischen pflanzenfressenden Fische. Wasser-, u. Abwasser-Forsch. 3,
- BUCKE, D. (1970): The anatomy and histology of the alimentary tract of the carnivorous fish the pike *Esox lucius* L. J. Fish. Biol. 3, 421-431
- BURNSTOCK, G. (1959): The morphology of the gut of the brown trout (*Salmo trutta*). J. micros. Sci. 100, 183-198
- BURNSTOCK, G. (1959): The innervation of the gut of the brown trout (*Salmo trutta*). Quart. J. microsc. Sci. 100, 199-220
- CROSS, D.G. (1969): Aquatic weed control using grass carp. J. Fish. Biol. 1, 27-30
- CURE, V. (1974): Verbesserung der ökologischen Bedingungen in dem von Makrophyten stark bewachsenen Frasineteich durch Besatz mit Grasfischen (*Ctenopharyngodon idella* Val.). Arch. Hydrobiol. 3, 338-351
- CURRY, E. (1930): The histology of the digestive tube of the carp (*Cyprinus carpio communis*). J. Morph. 65, 53-78
- CUVIER, G. (1810): Vorlesungen über vergleichenden Anatomie Übers von J. F. Mechel, Teil III. Verdauungsorgane zitiert in Jacobshagen (1913)
- DAWES, B. (1930): The histology of the alimentary tract of the plaice (*Pleuronectes platessa*). Quart. J. micros. Sci. 73, 243-274
- EBERL-ROTHER, G. (1953): Über die Entwicklung der Darmschleimhaut des Karpfens. Z. mikr. anat. Forsch. 59, 364-384
- EDINGER, L. (1877): Über die Schleimhaut des Fischdarmes, nebst Bemerkungen zur Phylogenese der Drüsen des Darmrohres. Arch. mikr. Anat. 13, 651-692

- EGGELING, von H. (1908): Dünndarmrelief und Ernährung bei Knochenfischen. Jena. Z. Naturw. 43, 470-480
- FALKMER, S. und OLSSON, R. (1962): Ultrastructure of the pancreatic islet tissue of normal and alloxan treated *Cottus scorpius*. Acta Endocrinologica 39, 32-46
- FIEBIGER, J. (1918): Über den Körperbau des Karpfens. Österreich.Fischerei-Ztg. 15, Nr. 3, 4, 17, 24
- FRIEDRICH, G. (1956): Die Lebervenen des Karpfens (*Cyprinus carpio* L.) Z. Fischerei 5, 303-313
- GEGENBAUR, C. (1898): Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. I. Verlag W. Engelmann, Leipzig
- GEGENBAUR, C. (1901): Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. II. Verlag W. Engelmann, Leipzig
- GLASER, G. (1933): Beiträge zur Kenntnis des Lymphgefäßsystems der Fische. Z. Anat. Entw. Gesch. 100, 433-511
- GRASSE, P.-P. (1958): Traité de Zoologie. Tome XIII: Agnathes et Poissons. Masson und Cie. Paris
- GRAU, H. u. WALTER, P. (1967): Grundriß der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haussäugtiere. Paul Parwy Verlag, Berlin.
- HAIDER, G. (1966): Beiträge zur Anatomie der Teleosteerleber. Untersuchungen an Karauschen (*Carassius carassius* L.) und Schleien (*Tinca tinca* L.) Z. Fischerei 14, 37-66
- HARDER, W. (1960): Vergleichende Untersuchungen zur Morphologie des Darmes bei Clupeoidea. Z. wiss. Zoologie 163, 65-154
- HARDER, W. (1960): Zur Anatomie des Darmtraktes einiger Gadiformes und Macruriformes (Osteichthyes, Pisces.)

- Kurze Mitt. Inst. Fischereibiol. Univ. Hamburg 10, 1-41
- HARDER, W. (1964): Anatomie der Fische. In R. Demoll und H.N. Maier, Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas, Band II. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- HICKLING, C. F. (1966): On the feeding process in the white amur (*Ctenopharyngodon idella* Val.). J. Zool. 148, 408-419
- JACOBSSHAGEN, E. (1911): Untersuchungen über das Darmsystem der Fische und Dipnoer. I. Jena. Z. Naturwiss. 47, 529-568
- JACOBSSHAGEN, E. (1913): Untersuchungen über das Darmsystem der Fische und Dipnoer. II. Jena. Z. Naturwiss. 49, 478-496
- JACOBSSHAGEN, E. (1915): Untersuchungen über das Darmsystem der Fische und Dipnoer. III. Jena. Z. Naturwiss. 53, 445-556
- JACOBSSHAGEN, E. (1937): Mittel- und Enddarm in: Bolck-Göppert-Kallius-Lubosch, Handb. 3, 566-633
- JÄHNICHEN, H. (1971): Untersuchungen über die Aufzucht mehrjähriger Graskarpfen (*Ctenopharyngodon idella*) in Karpfenbrutstreckteichen. Z. Binnenfisch. 18, 33-35
- JÄHNICHEN, H. (1973): Weitere Erfolge beim Einsatz von Amurkarpfen (*Ctenopharyngodon idella*) zur biologischen Wasserpflanzenbekämpfung in Wasserläufen. Z. Binnenfisch. 20, 227-228
- KAMAL PASHA, S. M. (1964): The anatomy and histology of the alimentary canal of an omnivorous fish *Mystus* (=Macrones) *gulis* (Ham.). Proc. Indian Acad. Sci. 59, 211-221
- KAMAL PASHA, S. M. (1964): The anatomy and histology of the alimentary canal of a herbivorous fish *Tilapia mossambica* (Peters). Proc. Indian Acad. Sci. 59, 340-439

- KAPOOR, B.G. (1953): The anatomy and histology of the alimentary canal in relation to its feeding habits of a siluroid fish, *Wallago attu* (Bl.u. Schn.). J. Zool. Set. India 5, 191-210
- KLUST, G. (1939): Über Entwicklung, Bau und Funktion des Darmes beim Karpfen (*Cyprinus carpio* L.). Intern. Rev. ges. Hydrobiol. 39, 498-536
- KLUST, G. (1940): Über Entwicklung, Bau und Funktion beim Karpfen (*Cyprinus carpio* L.). Intern. Rev. ges. Hydrobiol. 40, 88-173
- KORSHUNOVA, L.A. (1972): On relation between differentiation of some elements in connective tissue and tissue and growth of alimentary canal in fish. Dopov. Akad. Nauk. Ukr. RSR (B) 34, 72-74
- KOSTOMAROW, B. (1942): Die Beziehung zwischen der Körpergröße des Karpfens und seiner Darmgröße. Z. Fischerei 40, 145-156
- KOSTOMAROV, B. und A. PULANKOVA (1942): Untersuchungen über die Beziehung der Körpergröße der Schleie (*Tinca tinca* L.) zu ihrer Darmgröße und über den Einfluß des Geschlechtes auf diese Beziehungen. Z. Fischerei 40, 157-170
- KRAUSE, R. (1923) Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere in Einzeldarstellungen. Walter de Gruyter und Co. Berlin und Leipzig.
- KRUPAUER, I. V. (1967): Food Selection of two years old Grass carp. Bull. VNR Vodnany 3, 7-17
- LÜHMANN, M. (1955): Die histologischen Grundlagen des Zahnwechsels der nordeuropäischen *Pleuronectes*-Arten (*Heterosomata*, Teleostei). Z. Zellforsch. 42, 443-480
- LUKOWICZ, M. (1966): Über die Barteln und die Lippenepidermis verschiedener ägyptischer Süßwasserfische mit einigen Versuchen zum Geschmackssinn. Zool. Anz. 176, 396-413

- MANN, H. (1968): Untersuchungen über die Futterverwertung beim Grasfisch (*Ctenopharyngodon idella*). Allg. Fisch.Ztg. 93, 136
- MANN, H. (1968): Organgewichte und Fettgehalt beim chinesischen Grasfisch (*Ctenopharyngodon idella*). Fischwirt 18, 85-87
- MC VAY, J.A. und H.W. KAN (1940): The digestive tract of *Carrasius auratus*. Biol. Bull.mar. biol. Lab., Woods Hole 78, 53-67
- MEINEL, W. (1968): Über die Ableitung der Suspensionsmodus ersten und zweiten splanchnischen Bogens am Nerocranium der Fische. Ber. Oberhessisch.Gesellsch.Nat.Heilk., Gießen 36, 59-79
- NEGELE, R.D. (1970): Morphologische und histologische Untersuchungen an Kauplatten, Schlundzähnen und Weberschen Knöchelchen bei ostasiatischen Cypriniden (*Ctenopharyngodon idella* Val., *Hypophthalmichthys molitrix* Val., *Hypophthalmichthys nobilis* Rich.). Vet. Med. Dissertation Univ. München
- NIKOLSKI, G.W. (1957). Spezielle Fischkunde. VEB Verl.Dtsch. Wissensch.Berlin.
- PENZES, B. und TÖLG, I. (1966): Aquaristische Untersuchungen des Pflanzenverbrauches des Graskarpfens (*Ct. idella* Cuv. et. Val.). Z. Fischerei, 14, 131-137
- PERNKOPF, E. (1930): Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Vertrebratenmagens. Z. Ant. 91, 329-390
- RATHKE, H. (1824): Über den Darmkanal und die Zeugungsorgane. Neueste Schr.Naturforsch.Ges.Danzig 1, 1-116
- REUTTER, K. (1971): Die Geschmacksknospen des Zwergwelses *Amiurus nebulosus* (Lesueur). Z. Zellforsch. 120, 280-308

- ROGICK, M.D. (1931): Studies on the comparative histology of the digestive tube of certain teleost fishes. II. A minnow (*Campostoma anomala*). J. Morph. 52, 1-25
- ROMEIS, B. (1968): Mikroskopische Technik. Oldenburg Verlag, München-Wien. 16. Auflage
- ROMER, A.S. (1959): Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere Paul Parey Verlag, Hamburg XII
- RUDOLPHI, C.A. (1802): Anatomisch-physiologische Abhandlungen, Bd. III über die Darmzotten, 39-108, zitiert in Jacobshagen 1913
- SCHÄPERCLAUS, W. (1964): Neue Möglichkeiten zur Ertragssteigerung der Binnenfischerei durch pflanzenfressende Fische aus China. Dtsch. Fischereiztg., 12, 122-129
- SCHEER, D. (1964): Chinesische Cypriniden, ihre Ernährung, Wachstumsleistungen und Einbürgerungseignung und Bemerkung zu ihrer Benennung. Z. Fischerei 12, 327-339
- SCHEFTHALER, M. und MAYER, A. (1957): Eine Modifikation der BIELSCHOWSKY-Methode für periphere Nervenfasern. Mikroskopie 12, 298-301
- SCHMIDT, W.J. (1940): Polarisationsoptische Untersuchung schmelzartiger Außenschichten des Zahnbeins von Fischen. I. Die emailartige Außenlage der Schlundzähne von Cyprinoiden. Z. Zellforsch. 28, 761-783
- SCHMIDT, W.J. (1958): Faserung und Durodentin-Metaplasie bei Fischzähnen. Anat. Anz. 105, 349-360
- SCHMIDT, W.J. (1969): Die Schmelznatur der eisenoxidhaltigen Kappe auf Teleostier-Zähnen. Z. Zellforsch. 93, 447-450
- SCHULTE, E. und HOLL, A. (1971): Untersuchungen an den Geschmacksknospen der Barteln von *Corydoras paleatus* Jenyns. I. Feinstruktur der Geschmacksknospen. Z. Zellforsch. 120, 450-462

- SCHUSTER - WOLDAN, E. (1936): Röntgenologische Darmuntersuchungen an *Cyprinus carpio* und *Tinca valg.*, als Beitrag zur Frage der Bedeutung des Geruchs- und Gesichtssinnes vom Fisch bei der Nahrungssuche. *Fischerei* 34, 245-247
- SMALLWOOD, W.M. and SMALLWOOD, M.L. (1931): The development of the carp, *Cyprinus carpio* I. The larval life of the intestinal canal. *J. Morph.* 52, 217-231
- STANNIUS, H. (1854): Handbuch der Anatomie der Wirbeltiere I. Buch, 2. Aufl. Veit Verlag Berlin
- STEVENSON, J.H. (1965): Observation on grass-cap in Arkansas. *Progr. Fish Cult.* 27, 203-206
- SUWOROW, J.K. (1959): Allgemeine Fischkunde. VEB Deutscher Verlag, Berlin
- SVOB, T. und REICHENBACH-KLINKE, H. (1974): Das Röntgenbild des Verdauungstraktes der Wirbeltiere und des Fischskeletts. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart
- TITLBACH, M. (1966): Feinstruktur der Zellen der Langerhansschen Inseln bei *Cyprinus carpio* L. *Z. mikr. anat. Forsch.* 75, 184-197
- VERMA, P. (1971): The early development of *Cyprinus carpio* var. *communis* (Linn.). *Acta anat.* 80, 388-417
- VICKERS, T. (1962): A Study of the intestinal epithelium of the goldfish, *Carassius auratus*, its normal structure, the dynamics of cell replacement, and the changes induced. *Quart. Jour. micros. Sci.* 103, 93-110
- YAMAMOTO, T. (1966): An electron microscope study of the columnar epithelial cell in the intestine of freshwater teleost: Goldfish (*Carassius auratus*) and rainbow trout (*Salmo irideus*) *Z. Zellforsch.* 72, 66-87

- WEBER, E. (1972): Grundriß der biologischen Statistik.  
Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 342-355
- WELSCH, U. und STORCH V. (1969): Die Feinstruktur der  
Geschmacksknospen von Welsen (*Clarias batrachus* (L.) und  
*Kryptopterus bicirrhus* (Cuvier et Val.) Z. Zellforsch.  
100, 522-559
- WINTER, R. (1936): Über den Darmkanal von *Perca fluviatilis*. Z. Fischerei 34, 639-645
- WUNDER, W. (1971): Histologische Untersuchungen an der Darm-  
schleimhaut des Karpfens (*Cyprinus carpio* L.) Biol. Zbl.  
90, 205-216

Mein Dank gilt Herrn Professor Dr. H.-H. Reichenbach-Klinke für die Überlassung des Themas sowie die jederzeit gewährte wissenschaftliche Leitung.

Danken möchte ich auch Herrn Dr. R. D. Negele für zahlreiche Anregungen bei der Anfertigung der Arbeit sowie den Damen und Herrn des Zoologisch-Hydrobiologischen Institutes, die mir bei vielen Problemen wertvolle Hilfe geleistet haben.



## L E B E N S L A U F

Am 16.4.1945 wurde ich, Selcuk Secer, als erster Sohn des Gemeindekommissars Faik Secer und seiner Ehefrau Nafize, geb. Aksakal, in Kozlu (Türkei) geboren.

Von 1951 bis 1956 besuchte ich die Volksschule, danach die Mittelschule in Kozlu. Ab Herbst 1959 bis zum Abitur im Sommer 1964 besuchte ich das Gymnasium in Zonguldak. Nach Ablegen der "Allgemeinen Aufnahmeprüfung für türkische Universitäten" begann ich 1964 an der Universität in Ankara mit dem Studium der Veterinärmedizin. Nach zehn Semestern Studiumdauer schloß ich am 24.10.1969 mit dem Staatsexamen an der gleichen Universität ab.

Anschließend praktizierte ich sieben Monate als Tierarzt der Gesundheitskontrolle am Fleisch- und Fischinstitut in Ankara. Danach folgte eine sechsmonatige Anstellung am Ministerium für Landwirtschaft in Sivas.

1970 unterzog ich mich der zur Gewährung eines Auslandsstipendiums notwendigen Prüfung durch das türkische Kultusministerium.

Nach achtmonatigem Besuch der Goethe-Institute in Arolsen, Brilon und Iserlohn begann ich im Sommersemester 1972 am Zoologisch-Parasitologischen Institut der tierärztlichen Fakultät zu München mit der Anfertigung meiner Dissertation.





